Phyt.
641 f

Schumann

NEUE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

BLÜTHENANSCHLUSS.

207F

NEUE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

BLÜTHENANSCHLUSS

VON

DR. PHIL. KARL SCHUMANN

ZWEITER KUSTOS AM KÖNIGLICHEN BOTANISCHEN MUSEUM IN BERLIN.

MIT 10 LITHOGRAPHIERTEN TAFELN.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1890.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten.

Vorrede.

In dem vorliegenden Buche gestatte ich mir, meinen Fachgenossen die Resultate vieljähriger Studien über die Morphologie der Blüthen zur gütigen Beurtheilung vorzulegen. Ich begann diese Arbeit unter dem Gedanken, Materialien für ein Werk zu sammeln, welches in dem Sinne von EICHLER's Blüthendiagrammen eine allgemeine Morphologie der Blüthen zum Gegenstande haben sollte. Als ich nun an die Zusammenstellung der Beobachtungen gehen wollte, drängte sich mir die Frage über die Grundlagen der bisherigen Anschauungsweise auf. Ich habe in meinen »Beiträgen zur Blüthenmorphologie« versucht, eine Lösung dafür zu geben, welche dahin ging, dass die Sätze dieser Wissenschaft in dem gegenwärtigen Gewande einen Anspruch auf objektive Geltung nicht erheben könnten. Ich meinte aber, dass ein subjektiv-idealistisches System doch recht wohl im Stande wäre, die Morphologie der Blüthen noch sehr erheblich zu fördern. Schon damals machte ich darauf aufmerksam, dass in der Zukunft vielleicht eine mechanische Betrachtungsweise der Blüthenmorphologie die von mir damals noch selbst vertretene Richtung beseitigen dürfte. Die wiederholten Studien der mechanischen Blattstellungstheorie sowie der gegnerischen Arbeiten drängten mich mehr und mehr nach einer rein realen Auffassung hin. Ich verfolgte zunächst die Entwicklungsgeschichte der Blüthen in viel umfangreicherem Masse als früher und bin allmählig zu der Anschauung gekommen, welche in dem Buche ihren Ausdruck finden wird. Wenn ich glaube, dass dieselbe einen Fortschritt in der Wissenschaft darstellt, so erkenne ich ihre Bedeutung hauptsächlich darin, dass auf diesem Wege die subjektiven Resultate beseitigt und objektive, allgemein gültige Thesen zu erlangen sein werden. Nicht als ob ich

glaubte, dass nun die Irrthümer ausgeschlossen seien; im Gegentheile — die Untersuchungen sind nicht selten mit erheblichen mechanischen Schwierigkeiten verbunden und die Beobachtungen der kleinen Objekte lassen Irrungen leicht zu. Aber wir werden doch im Stande sein, positive Resultate, fixe Thatsachen und aus diesen nach den Gesetzen der Logik objektiv geltende Sätze zu gewinnen.

Es bleibt mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Professor SCHWENDENER meinen Dank abzustatten. Ich habe nicht allein durch die Arbeiten des genialen Forschers mannigfache Anregungen erhalten, sondern habe bei ihm immer für meine Gedanken und Mittheilungen ein freundliches Interesse gefunden. Ich bin ferner der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin zu grossem Danke verpflichtet, da sie die Kosten für die Herstellung der Tafeln in liberaler Weise übernommen und somit wesentlich dazu beigetragen hat, dass diese Arbeit in die Öffentlichkeit gelangte. In hohem Grade endlich gebührt mein Dank der Verwaltung des Berliner botanischen Gartens, dessen ungewöhnlich reiche Pflanzenschätze, die mir unumschränkt zu Gebote standen, allein möglich machten, dass die Arbeit in einiger Vollständigkeit zu Ende geführt werden konnte.

Berlin, den 22. Oktober 1890.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

Historischer Rückblick . 1
A. Die Anschlusstheorie EICHLER's 1
B. Die mechanische Anschlusstheorie SCHWENDENER's 12

Eigene Untersuchungen . 14
I. Die Blüthen der Monocotylen 19
a. Die Blüthen der Gattung Lilium und Verwandter 19
b. Die Blüthen der Cyperaceen 37
c. Die Blüthen der Gattung Asparagus 56
d. Die Blüthen der Gattung Juncus 61
e. Die Blüthen der Gattungen Leucojum und Galanthus (Hemerocallis) 66
f. Die Blüthen der Hydrocharitaceen 78
g. Die Blüthen der Iridaceen 83
h. Die Blüthen der Gramineen 97
i. Die Blüthen der Commelynaceen 133
k. Monocotylen ohne echte Tragblätter (Triglochin, Tofjeldia, Allium, Araceen) 141
l. Die weitere Entwicklung der Monocotylenblüthe 155

II. Die Blüthen der Dicotylen 171
1. Die tetrameren Blüthen 171
a. Die Blüthen der Onagraceen 172
b. Die Blüthen der Cruciferen 175
c. Die Blüthen der Capparidaceen 187
d. Die Blüthen der Nymphaeaceen 193
e. Die Blüthen der Fumariaceen 200
f. Die Blüthen der Papaveraceen 206
g. Die Blüthen der Rubiaceen 218
h. Die Blüthen der Urticaceen 245
i. Die Blüthen der Litorella lacustris L. 250

2. Die aktinomorph-pentameren Blüthen 261
a. Die Blüthen der Caryophyllaceen 263
b. Die Blüthen der Gattung Tilia (Sida rhombifolia L., S. spinosa L.) 271

Seite

c. Die Blüthen der Gattung Sedum (Euphorbia) . . . 282
d. Die Blüthen von Tribulus terrestris L. 294
e. Die Blüthen der Borraginaceen und Solanaceen. 300
f. Die Blüthen der Gattung Ranunculus 319
g. Die Blüthen der Melastomataceen 324
h. Die Blüthen der Gattung Polygonum 327
i. Die Blüthen der Gattung Statice 339
k. Die Blüthen der Gattung Tropaeolum 345
l. Die Blüthen der Lobeliaceen 357
m. Die Blüthen der Gattung Primula 363
n. Die Blüthen der Umbelliferen (Compositen) . . . 370

3. Die aktinomorph-trimeren Blüthen 386
Die Blüthen der Lauraceen 388

4. Die zygomorphen Blüthen. 394
a. Die Blüthen der Rhodoraceen. 395
b. Die Blüthen der Scrophulariaceen 399
c. Die Blüthen der Labiaten. 427
d. Die Blüthen der Gattungen Impatiens und Cuphea 436
e. Die Blüthen der Leguminosen. 439

Zusammenfassung . 467

Historischer Rückblick.

A. Die Anschlusstheorie Eichler's.

Über den Anschluss der Blüthe, d. h. über die Lage des ersten Blattes zu einem dieselbe stützenden Tragblatte liegt in der vorhandenen morphologischen Litteratur eine ausserordentlich umfangreiche Menge von Angaben vor. Schon die Begründer der deutschen morphologischen Schule, Schimper und Braun, versuchten in ausgedehntem Massstabe die Relationen zwischen diesen beiden Blättern und im Anschlusse daran die Lage der übrigen Cyklenglieder der Blüthe graphisch darzustellen, ein Beispiel, dem zahlreiche deutsche und auch viele französische Botaniker emsig folgten. Es war ein hoch verdienstliches Werk, diese Seite der morphologischen Wissenschaft zu fördern, denn nun erhielten die Diagramme, in welchen die Stellungsverhältnisse ihren Ausdruck fanden, einen ganz erheblich vermehrten inneren Gehalt gegen früher. Denn die Zeichnungen ähnlicher Art, welche schon ältere Botaniker entworfen hatten, waren ohne Rücksicht auf die Orientierung der Blüthe zum Tragblatte aufgenommen worden. Ein hervorragendes Verdienst von Eichler war es, dass er sich in seinen Blüthendiagrammen der unendlichen Mühe unterzog, alle diese zerstreuten Angaben zusammenzutragen und übersichtlich zu ordnen, kritisch zu beleuchten und durch eigene zahllose Untersuchungen zu verbessern und zu vermehren. Dieses Buch stellte für seine Zeit und stellt gewissermassen auch noch für heute den Höhepunkt dar, welchen die Entwicklung der vergleichenden Blüthenmorphologie erlangt hat, und es wird daher erlaubt sein, dass ich mich bei der Vergleichung meiner eigenen Beobachtungen mit den Resultaten, welche frühere Morphologen gewonnen haben, hauptsächlich auf dieses beziehe. Eichler war in der Zeit, nachdem seine so vortrefflichen Blüthendiagramme erschienen waren, durch dieses vollkommenste Handbuch die Verkörperung der ganzen Wissenschaft geworden, und

wenn auch hier und da Unrichtigkeiten seiner Angaben nachgewiesen wurden, so konnten diese kleinen Mängel doch der ausserordentlichen Bedeutung des Buches und seines Verfassers keinen Abbruch thun.

Die Methode, auf Grund deren die Diagramme construiert wurden, war in Kurzem folgende: Man studierte die Lage der Kelchblätter einer Blüthe und dazu die der etwa vorausgehenden Begleitblätter, hauptsächlich nach den Deckungserscheinungen in der Knospe. Indem man die Blüthe vor sich hinhielt, fixierte man mit dem Augenmasse die Stellung der Sepalen nach der Art, wie sich die Blattränder übergriffen oder wie sie umfasst wurden, und legte die Disposition durch bogenförmige Striche fest. Dabei trug man diese Curven in den gefundenen Abständen von einander auf eine Spirallinie, oder verzeichnete sie auf mehreren concentrischen Kreisen, indem man an der Meinung festhielt, dass in den Blüthen eine Spiraltendenz die Anlagefolge leitete. Man nahm also keine Rücksicht darauf, ob der Körper der Blüthe wirklich immer von kreisförmigem Querschnitte war, oder ob er eine in irgend einer Richtung gelegene grössere Axe besass als in einer anderen.

Es wird einleuchtend sein, dass diese Methode nur Werthe finden lassen kann, welche den ungefähren Ausdruck der Blattstellung wiedergeben. Man prüfte nicht die Anheftungsstellen der Kelchblätter, sondern zeichnete grosse Curven ab, welche den Mittelkörper der Blüthe, um den die Spirale kreiste, bis zu einem Viertel und darüber umfassten. Es liegt in der Natur der Sache, dass es nicht leicht ist, auf einer so grossen Linie den Punkt zu fixiren, welcher der Insertionsstelle entspricht, zumal wenn man bedenkt, dass eine vollkommen symmetrische Ausbildung der beiden Hälften keine nothwendige Eigenschaft des Blattes ist. Wenn also die Diagramme, welche den Anschluss der Blüthe an das vorausgehende Deckblatt zur Anschauung bringen, eine sehr ausgesprochene Regelmässigkeit in der Lage der Blätter zeigen, so darf man nicht vergessen, dass diese nicht die empirischen Thatsachen in eine streng mathematische Form fesseln und in einer solchen wiedergeben, sondern dass sie nur durch das Augenmass aufgenommene und dann in bestimmter Weise corrigierte Normen sind. Selbst Eichler*) hat für die Genauigkeit seiner Darstellung nicht immer das rechte Vertrauen gehabt, denn er sagt: »die arithmetischen Ausdrücke, welche die verschiedenen Kelchstellungen wiedergeben, sind nur als Mittelwerthe der innerhalb gewisser Grenzen stets etwas schwankenden thatsächlichen Vorkommen zu betrachten«.

*) Eichler, Blüthendiagramme. I. 29.

Nachdem die Diagramme die Stellung der Blüthencyklen zur übersichtlichen Kenntniss gebracht hatten, war das Bestreben vorhanden, die Mannigfaltigkeiten, welche sich darboten, zu erklären. Der Begriff dessen, was man unter »Erklärung« verstand, hat im Laufe der Zeit eine eigenthümliche Wandlung erfahren. Zuerst hatte er den landläufigen Inhalt: die ursächlichen Bedingungen für die Stellungsverhältnisse sollten angegeben werden. Man setzte nun als bewegende Kraft, als ursächliches Agens in der Pflanze einen Trieb voraus, dem zufolge die Blätter nach einer bestimmten, durch einen einfachen Quotienten auszudrückenden Spirale angelegt wurden. Sieht man von einigen complicierteren Stellungen ab, so kommen in den Blüthen hauptsächlich die niederen Reihen aus der sogenannten Hauptreihe, die durch $^1/_3$ und $^2/_5$ ausgedrückt werden, vor. Wenn Schimper und Braun es vorzogen, die Spiralen nach dem langen Wege zu verfolgen, und auch noch andere von dem heutigen Gebrauche abweichende Gewohnheiten pflegten, so will ich diese Modifikationen der Kürze halber vernachlässigen, indem ich auf die betreffenden Werke dieser Autoren verweise. Diese Spirale wurde mit dem Namen der genetischen belegt. Nicht als ob man damals wirklich die Genesis der Blüthen genau verfolgt hätte und die Organe in der Reihenfolge, wie sie der Entwicklungsgeschichte zufolge auftreten, durch Curven verbunden hätte, man schloss vielmehr nur aus den Beobachtungen an der entwickelten Blüthe auf vermeintlich sich vollziehende Erscheinungen. Die Begründer der Spiraltheorie nahmen an, dass alle Blüthencyklen, welcher Natur sie auch wären, nach der genetischen Spirale angeordnet seien. Bei den kleinen Zahlen der Brüche, welche die Spirale ausdrückten, musste nun bald ein Blatt über einem vorausgehenden zu stehen kommen. Die Beobachtung zeigte aber, dass diese Superposition in der Regel nicht statt hatte (sie findet sich nur bei einigen Clusiaceen, Ternstroemeriaceen und Sabiaceen). Gewöhnlich stellten sich die Glieder der nächst höheren Formation zwischen die der vorhergehenden, die Blumenblätter also z. B. zwischen die Kelchblätter. Um dieser Thatsache gerecht zu werden, musste eine Hülfshypothese gemacht werden. Man sagte, wenn sich ein Cyklus bestimmten Charakters an einen anderen abweichender Natur oder an einen solchen mit differentem Divergenzbruch anschliesst, so findet eine Prosenthese, d. h. ein Übergangsschritt statt: die Blätter sind durch einen anderen Richtungsunterschied von einander getrennt, als derjenige beträgt, unter dem die Blätter beider Spiralen divergieren. Diese Prosenthese betrug bei den Blüthencyklen gewöhnlich $^1/_2$ der früheren oder späteren Divergenz. Durch diese Annahme kamen natürlich die Glieder der aufeinander folgenden Spiraläste in Alternanz.

Es ist längst erkannt worden, dass in der Annahme der Prosenthese für den Anschluss der Blüthenblätter an die Kelchblätter nichts weiter als eine Umschreibung des gegebenen Verhältnisses vorliegt, eine Ansicht, der auch EICHLER rückhaltlos zugestimmt hat.

Sämmtlichen Blüthen wurde nunmehr der Spiraltypus untergelegt. Welcher Art sie auch sein mochten, nach welcher Zahl sie gebaut, ob sie aktinomorph oder zygomorph waren, es war gleich: mit Hülfe der Prosenthese konnte man sie alle auf das spirale Schema zurückführen. Freilich zeigte sich, dass man dabei doch noch manche weitere Correkturen anbringen musste. Zunächst beobachtete man, dass die Lage der Kelchblätter nicht immer der geforderten Anordnung entsprach, die Deckungsverhältnisse waren oft ganz andere, als man sie vermuthete. Wenn nun auch solche abweichende Stellungen sich über sehr grosse Pflanzengruppen ausnahmslos erstreckten, so sah man hierin doch keine Abweichung von der Spiraltheorie, sondern versuchte vielmehr beharrlich die Vorstellung von der genetischen Spirale aufrecht zu erhalten. BRONGNIART*) hatte zuerst (ob auf Studien der Entwicklungsgeschichte gegründet oder nicht, vermag ich aus der Arbeit nicht zu entnehmen) behauptet, dass in gewissen Fällen durch eine ungleichmässige Grössenzunahme in den Organen andere Deckungsverhältnisse entständen, als sie nach der Anlage erwartet werden sollten. Diese Erscheinung der Fehlstellungen nannte man Metatopie. Heut zu Tage würde man erwarten, dass jede Metatopie wissenschaftlich begründet werden müsste, es sollte gezeigt werden, dass die Organe in einer bestimmten Anlagefolge erscheinen, dass aber die Deckungsverhältnisse durch ungleichmässige Vergrösserung oder durch einen anderen Einfluss verändert werden. Man hat nun diesen einfachen Weg nicht eingehalten, sondern hat überall dort, wo die gewünschten Stellungen nicht beobachtet wurden, ohne weiteres Metatopie angenommen. Ja man ging sogar noch weiter, man meinte, dass man durch die Metatopie eine ursächliche Begründung für die Fehlstellung geben, dass man die Abweichung von der vorausgesetzten Disposition durch sie erklären könnte.**)

Eine andere Correktur wurde insofern vorgenommen, als man in gewissen Fällen ein oder das andere Blatt ergänzte. Dies musste dann eintreten, wenn man annahm, dasselbe sei durch Abort verschwunden, oder es seien zwei Blätter mit einander verwachsen. Die umgekehrte Annahme, dass ein oder mehrere Organe dedoubliert seien, wurde besonders in der Andröcealsphäre gepflegt. Hier kam

*) BRONGNIART in Annales des sciences naturelles. XXIII. 225 (1838.)
**) EICHLER, Blüthendiagramme II, 253 u. a. anderen Orten.

es nicht selten vor, dass die Glieder, sei es in lateraler, sei es in radialer Richtung, zu einem Blatte zusammengefasst wurden. Anderweitige, sehr häufige Ergänzungen betrafen die Begleitblätter, namentlich die Vorblätter der Blüthen.

Eine letzte Correktur, welche vorgenommen wurde, ist den früheren Morphologen kaum zum Bewusstsein gekommen. Ich habe wohl zuerst auf die verschiedenen Dehnungen des Blüthenbodens hingewiesen, die bedingen, dass derselbe im Querschnitte eine in verschiedenem Sinne orientierte Ellipse bildet. Die grosse Axe derselben kann median, transversal oder schief zum Tragblatt liegen. Dieser Besonderheit, obschon sie manchmal sehr auffällig ist, wurde in den Zeichnungen der Diagramme niemals Rechnung getragen, und wo dies geschehen, ist es mehr dem Zufall zuzuschreiben, als einer bestimmten Absicht.

Auf Grund der so umgeformten Diagramme hat nun schon Schimper der Stellung der Blüthen zu den Tragblättern seine Aufmerksamkeit geschenkt. Er war es, der zuerst auf die so interessanten Dispositionen der vielen 5-zähligen Dicotyledonenblüthen aufmerksam machte, nach der das zweite Kelchblatt s^2 hinten zu stehen kommt. Im Gegensatz dazu lenkte er die Beachtung auf die Erscheinung, die Aizoon bietet, bei welcher Gattung s^2 median vorn liegt. Er äusserte sogar die Ansicht, dass diese Stellung bedingt werde durch die der beiden Vorblätter. Bei jenen Gattungen convergieren dieselben nach hinten, bei dieser nach vorn. Ich glaube nicht, dass in dieser Erklärung etwa eine mechanisch wirkende körperliche Beeinflussung der Blattstellung vorausgesetzt; sondern dass die ursächliche Erklärung vielmehr wiederum in der Spiraltendenz gefunden wurde, die nach den jeweiligen Prosenthesen allein auf die beobachtete Weise zum gleichförmigen Ausdrucke gelangte.

Später hat dann besonders Wydler, auf die verschiedenen Anschlüsse hingewiesen und hat die Lobeliaceen-, Papilionaceen- u. s. w. Stellung unterschieden. Indess ist es doch erst Eichler gewesen, welcher eine nahezu alle Verhältnisse umfassende Übersicht über die vorkommenden Dispositionen der Kelche und somit die Anschlüsse an die Tragblätter mittheilte. Ich muss die einzelnen Fälle, da ich später wiederholt Gelegenheit nehmen werde, auf seine Terminologie zurückzukommen, an diesem Orte zusammenstellen. Er machte zunächst 2 grosse Abtheilungen, ob nämlich Vorblätter an der Blüthe vorhanden waren oder nicht. Dann untersuchte er für jede Gruppe die Stellung von spiralig angelegten Cyklen und von simultan auftretenden Quirlen. Daraus ergeben sich folgende Abtheilungen:

I. Anschluss der Blüthen mit Vorblättern.

1. Der erste Cyklus wird spiral angelegt.

A. Blüthen mit einem einzigen Vorblatte.

a. Blüthen mit der Spiraldivergenz $1/3$.

α. Das Vorblatt steht adossiert, dann fällt s^1 median nach vorn über das Tragblatt. Als Beispiel führt EICHLER die Iridaceen an.

β. Das Vorblatt steht seitlich. Hier bleibt die Disposition insofern ähnlich, als s^1 ebenfalls dem Vorblatte diametral gegenüber zu stehen kommt, da aber nun das Vorblatt gegen jenes um einen Winkel divergiert, so erscheint die ganze Blüthe um den Betrag dieses Winkels gedreht. An den Blüthen mit seitlichem Vorblatte treten oft »der Mediansymmetrie halber« Verschiebungen, die gewissermassen schon durch die Stellung des Vorblattes zum Ausdrucke gekommen sind, in weiterem Masse ein, welche bewirken, dass das eine Blatt des äusseren Cyklus in die Mediane der Blüthe fällt. Bei Lilium verschiebt sich die Blüthe so, dass s^2 nach hinten dem Tragblatte gegenüber zu stehen kommt, bei Hemerocallis dagegen wendet sie sich dergestalt, dass s^3 vorn über dasselbe tritt.

Es ist aus EICHLER's Darstellung nicht klar zu entnehmen, wie er sich diese Verschiebung »der Symmetrie halber« denkt. Namentlich kann man nicht erkennen, ob es sich dabei um eine Drehung der bereits angelegten Blüthe handelt oder nicht. Es ist auch nicht ganz sicher zu erfahren, ob er meint, dass die Normalstellung des Vorblattes die transversale ist, und ob dasselbe mit verschoben wird. Für Lilium bulbiferum möchte ich nach seinen Zeichnungen*) annehmen, dass er an den Verschiebungen des Vorblattes festhielt. Bei dem Diagramme, das er von Hemerocallis aber giebt**), scheint es mir, als ob er sich nur die Blüthe gedreht denkt, während das Vorblatt stehen bleibt. Wenn ich nun erwäge, dass er ausdrücklich angiebt, diese Verschiebung könne schon in der Anlage statt haben (er führt als Beispiele Dioscorea und Asphodelus an), so muss ich eigentlich wegen des ausgedrückten Gegensatzes annehmen, dass sich EICHLER wirklich eine reelle Drehung der bereits fertigen Blüthe entweder mit dem Vorblatte oder ohne dasselbe vorstellte.

*) EICHLER, Blüthendiagramme I, 154. Fig. 83. *A. B.*

**) EICHLER l. c. Fig. 84 und p. 25. Fig. 9. *E.*

b. Spiralen nach $^2/_5$ Stellung. Hier ist nur die Seitenlage des Vorblattes bekannt.

α. Das s^1 fällt entweder mit der Divergenz $^2/_5$ von ihm weg, dann liegt s^5 wieder über dem Vorblatte.

β. Das s^1 fällt dem Vorblatte diametral gegenüber.

Eichler betrachtet diese beiden Relationen als Grenzwerthe, zwischen denen die Stellungen der Kelche schwanken; wenn auch Mittelstellungen vorkommen, so sind sie doch nur selten zu beobachten. Da ein einzelnes Vorblatt selten typisch gefunden wird, so sind auch die beiden Anschlüsse nicht häufig zu sehen. Als Regel trifft man sie bei einzelnen Ranunculus-Arten, gelegentlich treten sie dann auf, wenn »bei sonst typischer Anwesenheit von 2 Vorblättern das eine in den Kelch einrückt«.

B. Blüthen mit 2 Vorblättern.

a. Bei Spiralen nach $^1/_3$ verhalten sich die Kelche im Wesentlichen wie bei Anwesenheit nur eines seitlichen Vorblattes.

α. Das s^1 fällt dem *β*-Vorblatte schräg gegenüber nach vorn, dann liegt das unpaare s^2 hinten. (Cinnamomum, Amarantus, Menispermum).

β. Das s^1 fällt dem *β*-Vorblatte schräg gegenüber nach hinten, dann liegt s^3 median vorn (Rumex, Elatine hexandra, Galanthus und andere Amaryllidaceen).

Eichler hat sich durch den allgemeinen Satz, dass sich die spiralen $^1/_3$ Kelche mit 2 voraufgehenden Vorblättern »im Wesentlichen wie bei Anwesenheit nur eines seitlichen Vorblattes« verhielten, in einen gewissen Widerspruch mit seiner dort gemachten Aussage gesetzt. Er sagte: »Steht das Vorblatt seitlich, so verschiebt sich der ganze Cyklus einfach in entsprechendem Betrage.« Diese Stellung, die er bei einem Vorblatte als Norm betrachtete, wird nun bei 2 Vorblättern nur selten beobachtet z. B. bei Elodea, wo in der That s^1 diametral *β* gegenüber liegt. Hier bezeichnete er sie aber ausdrücklich als Zwischenstellung. Am häufigsten findet sich also die Verschiebung »der Mediansymmetrie halber«. Seiner Meinung zufolge »mögen wohl auch noch andere Stellungen vorkommen«.

b. Bei Spiralen nach $^2/_5$ Stellung liegt gewöhnlich ein s median, s^1 befindet sich *β* schräg gegenüber.

α. Das s^1 fällt schräg nach vorn, s^2 median nach hinten, der häufigste Fall des Anschlusses pentamerer Blüthen.

β. Das s^1 fällt schräg nach hinten, s^2 liegt median vorn. Dieser Fall ist die Umkehrung vom vorigen, er wird bei Lobelia und den Rhodoraceen beobachtet.

γ. Das s^1 fällt median nach vorn bei den Papilionaceen.

2. Der Anschluss von Quirlen.

Quirlig angelegte Kelche gehören bei den Phanerogamen zu den seltensten Erscheinungen, wenn man von den decussierten Paaren absieht, so zwar, dass BAILLON und PAYER in der Differenz der Entstehung geradezu einen Unterschied zwischen Kelchen und Blumenkronen finden wollten.

A. Blüthen mit einem Vorblatte. Hier kennt EICHLER nur solche Fälle, wo die Blüthen an ein adossiertes anschliessen, und zwar unterscheidet er

a. zweizählige Quirle, welche zu ihm quer stehen (wie bei Gladiolus in bestimmten abnormen Individuen), und

b. dreizählige Quirle.

α. Das unpaare Glied des Wirtels tritt über das Vorblatt: Bambusa.

β. »In den meisten (allen?) anderen Fällen steht es ihm diametral gegenüber.«

Bei dem Anschlusse der Dreierquirle an ein adossiertes Vorblatt hat EICHLER zwar diese beiden bestimmten Angaben gemacht; ich habe aber einige Bedenken, ob er mit Recht jenen Anschluss in der Gattung Bambusa voraussetzen konnte. Wir wissen nämlich durch die vorliegenden Untersuchungen, dass die Lodiculae der Gräser, welche als anschliessender Wirtel in Frage kommen, erst nach den Staubgefässen entstehen, dass also die letzteren den Anschluss bewirken müssen. Der äussere Kreis derselben hat aber die Stellung, dass das unpaare Glied über das Tragblatt fällt. Dann würden die Fälle α und β zu vereinigen sein. Für den zweiten Fall gab er überhaupt kein Beispiel, sagte vielmehr: »die Unterscheidung dreizähliger Quirle von Spiralen nach $^1/_3$ ist übrigens bei den mannigfachen Variationen und Übergängen, die sich in der Entwicklungsgeschichte der einschlägigen Fälle zeigen, ziemlich misslich und man thut vielleicht am besten beide zusammenzufassen.« Mir ist nicht recht klar geworden, was er unter Variationen der Anlage verstand, da mir nach der bis jetzt vorliegenden Litteratur weder Verschiedenheiten in der Ausgliederung, noch Übergänge zwischen Spiralstellung und Quirlen bekannt sind, man müsste gerade an die PAYER'schen Angaben, dass bei Gramineen und Iridaceen zuerst ein Paar Organe und dann

ein unpaares drittes Glied folgt, denken. EICHLER hat aber diese Vorkommen gerade mit Entschiedenheit angezweifelt oder anders interpretiert. Ich möchte vielmehr glauben, dass im EICHLER'schen Sinne simultan entstehende Dreierquirle als Anschluss an ein adossiertes Vorblatt überhaupt nicht existieren. Seine eigene Darstellung bürgt übrigens dafür, dass er im Ganzen über diese Angelegenheit auch im berechtigten Zweifel war.

B. Blüthen mit 2 Vorblättern.

a. Bei decussierten Paaren tritt das erste in rechtwinklige Kreuzung mit den Vorblättern, wie die aus zwei Paaren aufgebauten Kelche der Cruciferen und Onagraceen zeigen.

Beide Beispiele sind nicht ganz rein und vorwurfsfrei, weil bei den Cruciferen das Vorblattpaar theoretisch hinzuconstruiert werden muss; die Onagraceen haben überdies klappig deckende Kelche und entbehren ebenfalls in der Regel entwickelter Vorblätter.

b. Bei Dreierquirlen fällt der unpaare Theil meist median nach hinten. Beispiele werden nicht genannt.

c. Bei Viererquirlen stehen die Blätter so, als ob sie aus decussierten Paaren gebildet wären; als Beispiel wird der Kelch der Stellaten genannt.

Auch das zuletzt erwähnte Beispiel wird man nicht ohne Anstand passieren lassen können, da PAYER nachgewiesen hat, dass die Stellatenkelche erst nach der Blumenkrone erscheinen, und dass der Anschluss durch die simultan auftretenden Blumenblätter bewerkstelligt wird, welche Diagonalstellung aufweisen. Die Kelchblätter erscheinen erst relativ sehr spät, wie ich selbst unten zeigen werde, und erhalten ihren Platz zwischen den letzteren, müssen also orthogonal stehen.

d. Fünferquirle verhalten sich wie pentamere Spiralcyklen; es liegt also s^1 schräg vorn, s^2 median hinten. Als Beispiel führt er wieder die Rubiaceen an, bei denen 4- und 5-gliedrige Blüthen wechseln.

Da in der Anlage der 5-gliedrigen Stellatenblüthen, z. B. bei Rubia, ganz die gleichen Verhältnisse obwalten wie bei den 4-gliedrigen, so hat das oben Gesagte auch hierauf Bezug.

II. Anschluss der Blüthen ohne Vorblätter. Hier gilt die Regel, dass die beiden ersten Kelchblätter die Stellung annehmen, welche die zwei Vorblätter inne haben würden:

1. Zweigliedrige Kelche stellen sich transversal (Francoa), in gleicher Weise ist das erste von decussierten Paaren orientiert.

2. Dreigliedrige Kelche haben s^1 und s^2 nach hinten gekehrt, s^3 liegt median vorn (Orchidaceae und Musa).
3. Fünfgliedrige Kelche orientieren sich so, dass s^1 und s^2 nach hinten gekehrt sind, s^3 liegt schräg vorn. (Primulaceen, Myoporum, Reseda).

Über die unmittelbaren Anschlüsse von Quirlen an das Tragblatt ohne Vorblätter hat EICHLER keine Mittheilungen gemacht; ebenso wenig hat er die Kelchstellungen von deckblattlosen Blüthen untersucht, da diese für ihn nicht existierten. Sehr wichtig ist der in den Blüthendiagrammen folgende Abschnitt, der für die ganze [formale Morphologie von ungemeiner Bedeutung gewesen ist; er bildet die Umkehrung aus den gemachten Erfahrungen. Nachdem EICHLER die Verhältnisse geprüft hat, unter welchen der Anschluss an Vorblätter stattfand, meint er, dass man aus der Stellung der Kelche auch umgekehrt beurtheilen muss, ob Vorblätter als vorhanden angenommen werden sollen, wenn sie auch nicht mehr sinnlich wahrnehmbar sind, d. h. also, ob sie durch Abort unterdrückt sind oder ob sie typisch fehlen. In gewissen Fällen geht diese Construction nicht an. Bei trimeren Cyklen existiert, wie aus den obigen Mittheilungen gesehen werden kann, die gleiche Stellung $\frac{2}{1}$ und $\frac{1}{2}$ sowohl bei einem wie bei zwei Vorblättern. Ein Schluss darauf hin, ob hier ein oder zwei Vorblätter zu ergänzen wären, ist also nicht zu machen; ebenso hat der erste Wirtel decussierter Blüthen die gleiche Stellung, wenn die Vorblätter typisch fehlen oder wenn ein adossiertes Vorblatt vorhanden ist. Dagegen weist die mediane Stellung eines ersten decussierten Paares darauf hin, dass ein transversal gestelltes Blattpaar zu ergänzen ist. Kommen Dispositionen bei pentameren Spiralkelchen vor, nach welchen das s^2 vorn oder hinten median liegt, so müssen 2 Vorblätter ergänzt werden, ist dagegen s^1 quer zum Tragblatte gestellt, so muss ein Vorblatt hinzugefügt werden. Aus der Kelchstellung ist ferner oft zu entnehmen, welches Vorblatt bei gleich hoch inserierten Begleitblättern als das obere β, welches als das untere α angesehen werden muss.

Zwischen den Anschauungen von AL. BRAUN und SCHIMPER und denen von EICHLER herrscht trotz gewisser Uebereinstimmung doch eine erhebliche Verschiedenheit. Beiden ist gemeinsam, dass sie in der Blüthe die genetische Spirale als den leitenden Faden für die Anordnung der Cyklenglieder erkennen.

Bei BRAUN und SCHIMPER sind die Divergenzen unverbrüchlich constante niemals wechselnde Grössen, während in EICHLER's Darstellungen durch die Annahme von Verschiebungen und Schwankungen, sowie

durch die Voraussetzung von Zwischenstellungen eine eigenthümliche Unsicherheit erzeugt wird, die auch in der Ausdrucksweise sich geltend macht. Den Begründern der formalen Morphologie schwebte der Gedanke vor, dass in den constanten Divergenzen ein ursächliches Moment läge, deswegen glaubten sie auch im wirklichen Sinne des Wortes die vorkommenden Stellungsverhältnisse erklären zu können. Sie befanden sich in dieser Hinsicht ohne Zweifel im Irrthume, denn selbst die einfachsten geometrischen Relationen können causal eine Einwirkung auf die Entstehungsorte der Neubildungen nicht ausüben. BRAUN und SCHIMPER geben also nur diese geometrischen Relationen wieder, welche sie beobachtet hatten; eine Erklärung wird durch dieselben nicht angebahnt.

EICHLER fasste aber die Erklärung der Stellung der Blüthencyklen durchaus anders auf: für ihn war sie „das Zusammenreimen mit unseren sonstigen Kenntnissen", nicht eine Verknüpfung mit den wirkenden Ursachen. Er stand also mit seiner Auffassung auf der zweiten Stufe der Induction, denn mit den sonstigen Kenntnissen zusammenreimen, heisst doch nur die Formen vergleichen und Gruppen bilden. Diese machten aber bald nicht blosse Eintheilungsklassen aus, sondern wurden zu Typen, auf die man die verschiedenen Blüthenformen durch gewisse angenommene Gestaltungsprocesse zurückführte, in ähnlicher Weise wie die Typentheorie in der Chemie die Unzahl der chemischen Verbindungen auf 4 Grundtypen reducierte.

Dass die Stellungsvariationen, welche EICHLER auseinandergelegt hatte, von mechanischen Einflüssen abhängig sein könnten, hat der berühmte Morphologe wiederholt auf das Bestimmteste zurückgewiesen.*) Indess sind doch an mehreren Orten seiner Arbeiten Andeutungen vorhanden, welche eine gewisse Concession nach dieser Richtung hin nicht verkennen lassen; so spricht er gelegentlich des Anschlusses heteromerer Quirle in den Blüthen davon, dass auf diese Weise der disponible Raum am besten ausgenützt würde und dass dann die Organe im Gleichgewicht blieben. Auch sonst finden sich noch entsprechende Hinweise, z. B. bei der Convergenz der Vorblätter von Alnus.**) In der Blüthe von Betula glaubte er die Ursache des häufigen Verkümmerns der nach hinten stehenden Blätter des männlichen Perigons in dem Drucke der Kätzchenaxe suchen zu dürfen.***) Ähnliche Bemerkungen begegnen uns noch an mehreren Stellen seiner Blüthendiagramme, aus denen hervorgeht, dass er sich bei weitem nicht so streng gegen die mechanische Beeinflussung verschliessen konnte, wie es nach seinen Worten sonst den Anschein hat.

*) EICHLER Blüthendiagramme I. 32. **) EICHLER l. c. II. 13. ***) EICHLER l. c. II. 15.

B. Schwendener's mechanische Anschlusstheorie.

Auf einem durchaus anderen Boden steht SCHWENDENER*) bei seinen Untersuchungen über den Anschluss der Blüthen an die vorausgehenden Blätter. Ehe er auf diejenigen Verhältnisse eingeht, welche sich in derselben Weise vollziehen, die er an den vegetativen Sprossen erörtert hat, bespricht er die Veränderungen, welche der Blüthenspross durch die störenden Einflüsse des Abortes, der intercalaren Einschaltungen, der Schwankungen in den relativen Grössenverhältnissen, der Verwachsungen und Verzweigungen und endlich der Zygomorphie erfahren muss.

Ich habe über die Bedeutung dieser Störungen bereits bei einer anderen Gelegenheit einige Bemerkungen gemacht.**) Für unsere Betrachtungen, welche sich in erster Linie auf die direkten Anschlüsse beziehen, ist hauptsächlich die Bedeutung der Zygomorphie hervorzuheben, die unten Veranlassung zu eingehender Beleuchtung geben wird.

Was nun die eigentliche Statistik der Anschlüsse betrifft, so hat sich SCHWENDENER im Allgemeinen an die Thatsachen gehalten, die in der morphologischen Litteratur vorlagen. Er hat fast genau dieselben Fälle angeführt, die EICHLER unterschieden hat und die ich oben registrierte. Die Zahl der Beispiele hat er indessen sehr erheblich erweitert. Über diese seine Aufzählung ist er aber dadurch weit hinausgegangen, dass er die vorliegenden Stellungsverhältnisse mechanisch zu erklären unternommen hat. Er leitete dieselben nach den Erfahrungen, die er an den Laubsprossen gesammelt hatte, ab und zeigte, dass sich die Mannigfaltigkeiten hauptsächlich erklären durch die Druckdifferenzen von Tragblatt und Axe gegen das Blüthenprimordium. Dabei zog er noch interessante Parallelen zwischen den Gipfelblüthen mit den vorausgehenden Blättern und den Lateralblüthen mit den Organen, von welchen diese berührt werden.

Er stellt die Resultate folgendermassen kurz zusammen:

A. Bei Monocotylen mit adossiertem Vorblatte befindet sich die Blüthe in gleicher Lage wie eine Terminalblüthe zu zwei vorausgehenden alternierenden Hochblättern. Dem obersten derselben entspricht das Vorblatt, dem untersten das Tragblatt. Das erste unpaare Kelchblatt fällt dann gegenüber dem letzten Blatte, bei der Lateralblüthe also über das Tragblatt. In der Gipfelblüthe liegt der Bildungs-

*) SCHWENDENER Mechanische Blattstellungstheorie p. 106.

**) SCHUMANN in PRINGSHEIM's Jahrbüchern XX. 350.

herd des ersten Kelchblattes unzweifelhaft in dem Radius des geringsten Widerstandes, welche Beziehung sich per analogiam auf die Lateralblüthen übertragen lässt.

B. Bei Monocotylen mit einem seitlichen Vorblatte liegt das erste unpaare Glied diesem diametral gegenüber; entwickelt sich die Blüthe spiralig weiter, so fällt s^2 unter dem vorwiegenden Drucke des Tragblattes schräg nach unten.

C. Bei den Monocotylen mit zwei seitlichen Vorblättern sind zwei Fälle zu unterscheiden:

a. Bei den Amaryllidaceen und Alstroemerien mit scheidigen oder stark entwickelten Tragblättern fällt s^1 schräg nach hinten. Es lässt sich erwarten, dass die Tragblätter dem Stamme gegenüber das Übergewicht behaupten.

b. Bei den Dracaenen mit kleinen, zuweilen unterdrückten Vorblättern fällt aus entgegengesetzter Ursache s^1 nach vorn.

D. Bei den Monocotylen ohne Vorblätter tritt s^1 weitaus am häufigsten nach vorn, wo bei der Kleinheit der Deckblätter der geringere Widerstand erwartet werden muss.

E. Für die Dicotylen mit zwei Vorblättern fällt s^1 fast durchgehends auf die Vorderseite, dies ist bei der Kleinheit der Vorblätter vorauszusehen. Ausnahmen finden sich bei Lobelia u. a., zum Theil zweifellos in Folge stärkerer Ausbildung der Deckblätter.

F. Bei Dicotylen mit einem Vorblatte tritt s^1 an die Stelle des zweiten.

G. Bei Dicotylen ohne Vorblätter tritt s^1, wie s^2 an die Orte derselben.

Die weiteren Anschlüsse der inneren Blüthenphyllome an einander haben vorläufig, da ich mich zunächst nur mit jenen der Kelche zu beschäftigen gedenke, keinen Belang, so interessant die Schwendener-schen Untersuchungen gerade über diesen Gegenstand sind. Was er über die Stellung der Karpiden angiebt, wird weiter unten an dem gehörigen Platze Erwähnung finden.

Das grosse und bleibende Verdienst Schwendener's für die Blüthenmorphologie erkenne ich darin, dass er entschieden gegen jede ideologische und typenartige Auffassung über die Blüthe auftrat. Er lehnte mit der grössten Bestimmtheit die Vorstellung der genetischen Spirale ab und versuchte die Wissenschaft von dem Gebiete spekulativer Betrachtungen auf den Boden der exakten Forschung überzuführen.

Während Eichler und die übrigen formalen Morphologen mit Punkten operierten, die auf einer vorgestellten Linie wandeln, wies Schwendener mit dem grössten Nachdrucke darauf hin, dass man die Phyllome als Körper betrachten müsse, die von anderen Körpern beinflusst werden und die selbst wieder als reelle Grössen auf andere wirken.

Eigene Untersuchungen.

Seit mehr als 15 Jahren ist die vorliegende Frage für mich der Gegenstand fast unausgesetzter Untersuchungen gewesen. Nicht als ob mir die Aufgabe gerade in der Form vorgeschwebt hätte, wie ich sie gegenwärtig zu lösen versuchen werde, im Ganzen aber drehen sich alle blüthenmorphologischen Studien in erster Linie doch immer um den Punkt: wie steht das erste Blatt der Blüthe zu den vorausgehenden Blättern, seien dieselben an der Axe gleichen Grades, wie bei den Gipfelblüthen, oder seien sie an Axen verschiedenen Grades, wie bei den Lateralblüthen befestigt. Wenn es nun auch in gewissen Fällen ziemlich leicht ist, in dem Sinne, wie ich oben dargestellt habe, über die Lage ungefähr ins Klare zu kommen, wenn es auch ohne sonderliche Mühe möglich ist, das Diagramm der Blüthe mit Berücksichtigung ihrer Stellung zu Hauptaxe und Tragblatt zu entwerfen, so begegnen doch wieder andere Fälle, wo es selbst an wenigzähligen Blüthenständen schwierig ist, ins Reine zu kommen, vorausgesetzt, dass man wirklich die Construktion ernst nimmt und sich nicht gleich zu solchen Umformungen, Drehungen und Verschiebungen versteht, die schliesslich eine Zurückführung auf gegebene Normen zu Wege bringen. Solche Verhältnisse liegen z. B. bei Vaillantia muralis vor. Die Blüthenständchen stehen hier in 4 Zeilen zwischen den ebenfalls in 4 Orthostichen geordneten Blättern, Tragblätter in deutlich entwickelter Form besitzen sie nicht. An einer weiblichen Blüthe befinden sich seitlich 2 männliche.

Jene sind nach der 4-Zahl gebildet und so gestellt, dass das eine Blumenblatt ungefähr zwischen zwei Laubblättern hindurchsieht, diese sind 3-zählig, dabei steht ebenfalls 1 Blatt ungefähr nach vorn. Dies ist das Bild an jungen Knospen. Vor der Anthere stellt nun dieser Drilling eine grosse Mittelblüthe dar, welche durch einen geflügelten flachen, relativ sehr breiten Stiel getragen wird, auf dessen Rückseite die beiden männlichen Blüthen sitzen. Es ist eine äusserst schwierige, ich möchte sagen unmögliche Sache, jetzt die Stellung der weiblichen

Blüthe zu fixieren. Steht ein Corollenzipfel nach vorn oder zwei? Man kann darüber keinen definitiven Bescheid erhalten, bald scheint es so, bald anders. Ebenso wenig lässt sich bestimmen, welche Stelle an der männlichen Blüthe soll man als vorn, welche als hinten ansehen. Da nun Blätter fehlen, die als Tragblätter functionieren, so müssen sie nach der herkömmlichen Weise ergänzt werden, um das Diagramm richtig zu stellen. Man kann freilich den ganzen Knoten einfach zerhauen und sagen, Vaillantia ist eine Stellate, folglich müssen bei ihr die Blumenblätter nach Unterdrückung der Kelchblätter ein diagonales Kreuz bilden, und bei den trimeren männlichen Blüthen geben EICHLER's Blüthendiagramme I, 261. Fig. *C* den gewünschten Aufschluss. Meiner Ansicht nach hat man auf diesem Wege kein Resultat gewonnen, das ich für entscheidend halten möchte. Denn einmal ist gerade für die Stellaten die Sicherheit, ob die orthogonale Kelchstellung den richtigen Anschluss an ein vorausgehendes Tragblatt darstellt, sehr gering; und ob bei Asperula tinctoria L. an trimeren Blüthen die $\frac{2}{1}$-Stellung wirklich richtig ist, erscheint mir bei der Natur des Blüthenstandes durchaus nicht felsenfest begründet.

Manche Blüthenstände erfahren durch secundäre intercalare Dehnungen in den Axen solche Veränderungen, dass eine richtige Erkenntniss der Anschlüsse mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Besonders die wickeligen Inflorescenzen können nur bei sorgfältigster Beobachtung und genauestem Studium in ihren Elementen richtig analysiert werden. Es war also keine geringe Leistung, dass die reine vergleichende Methode diese Verhältnisse so klar und durchsichtig auseinandergelegt hat. Und doch können Fälle begegnen, welche sich auf diesem Wege nicht scharf und unbedingt richtig lösen lassen; ich glaube zu dieser Behauptung berechtigt zu sein, da EICHLER die Kelchstellung von R u m e x in der Einleitung bei der Besprechung der Anschlüsse durch $\frac{1}{2}$, im speciellen Theile aber durch $\frac{2}{1}$ ausdrückte; ein Versehen kann dabei nicht vorliegen, da er beide Dispositionen genauer erörterte.

Es giebt eine ziemlich grosse Anzahl von Blüthen, bei welchen die geringe Breite der Kelchblätter eine Deckung nicht erlaubt. Die Möglichkeit, aus der Ästivation die Kelchblätterfolge zu ermitteln, ist somit hier nicht gegeben. Man hat diese Formen aber der Analogie nach mit den bekannten häufigeren Vorkommen in Übereinstimmung gesetzt. Bei einer gewissen Zahl solcher, welche eine Stellung $\frac{3}{2}$ haben, mag dies wohl erlaubt sein, bei anderen, besonders z. B. bei

Lobelia, erschien mir aber eine Prüfung sehr wünschenswerth. Nun liegen in PAYER's wichtiger Arbeit über die Ontogenie der Blüthen eine Menge von Untersuchungen vor, welche auch die Frage nach der Entstehungsfolge der Kelchblätter behandeln; auch von BAILLON, BUREAU, KOEHNE, PFEFFER u. a. sind Studien nach dieser Richtung gemacht worden. Zum Theil sind diese Untersuchungen, besonders die PAYERschen, nicht unbeeinflusst von herrschenden Theorieen und es lässt sich nachweisen, dass die Resultate nicht ganz unberührt von diesen geblieben sind.

EICHLER hat die vorliegenden Angaben über die Entstehungsfolge der Kelche fleissig benutzt und denselben auch eine hohe Anerkennung zu Theil werden lassen, sofern sich nicht eine bemerkenswerthe Differenz zwischen den Funden der Ontogenese und den vermeintlichen Forderungen der Spiraltheorie aufthat. Trat ein derartiger Widerspruch aber ein, so verhielt er sich im ganzen ablehnend gegen die Resultate der Entwicklungsgeschichte: entweder zweifelte er die Beobachtungen PAYER's z. B. einfach an, wie bei seiner Erörterung über die Blüthenform der Iridaceen, wo er sagt, dass der unpaare Kelchtheil »trotz PAYER's gegentheiligen Angaben genetisch gewiss der erste ist«, oder er versuchte die entwicklungsgeschichtlich festgestellte Thatsache durch theoretische Thesen umzudeuten, indem er meinte, »dass das, was man bis jetzt bei Blüthen Entwicklungsgeschichte genannt hat, uns noch nicht den ersten Anfang der Dinge zeigt und dass, wenn die Theile als Zellhügel unterscheidbar werden, schon viele Veränderungen vor sich gegangen sein können.«

Wenn nun auch die PAYER'schen Untersuchungen und die anderer Forscher sehr schätzenswerthe Beiträge für die Kenntniss von der Entstehung der Blüthen sind, so hielt ich es doch für durchaus nothwendig, mich selbst von dem Gange der ersten Anlagen zu überzeugen. Gerade der Entstehung der ersten Blätter ist bisher nicht immer die wünschenswerthe Aufmerksamkeit geschenkt worden, wie ich im Folgenden vielfach nachzuweisen Gelegenheit haben werde. Ich hatte auch allen Grund, an der Richtigkeit mancher Daten zu zweifeln, wie mir manche Beobachtung, die ich bei anderen Gelegenheiten gemacht hatte, bereits früher zeigte. Ich habe im ganzen die Blüthen von mehr als 250 verschiedenen Pflanzenarten nach ihrer Entstehungsgeschichte verfolgt und glaube, über die Haupttypen eine genauere Einsicht erhalten zu haben. Ich habe mich dabei von keinerlei theoretischen Erwägungen leiten lassen, sondern, soweit dies überhaupt möglich ist, vollkommen objektiv zu beobachten versucht, denn nur auf die Weise glaubte ich wirklich brauchbare Resultate liefern zu können. Ich werde deshalb weder auf Metatopie, verzögerte oder

verfrühte Anlagen, noch auf die Ergänzung von Vorblättern und ähnliche Verhältnisse Rücksicht nehmen; sondern die Thatsachen schildern, wie sie sind und nicht wie sie sein sollen. Meine Stellung zu diesen Fragen wird in der sich anschliessenden Kritik über die Spiraltheorie der Blüthen klarer zum Ausdrucke gelangen. Ich halte es für nothwendig, dass man einmal vollkommen davon abstrahiert, die Formen sogleich durch die theoretische Brille zu betrachten. Meint man, dass es fernerhin nothwendig sei, die Diagramme nach der Theorie umzuformen, so soll man wenigstens die realen Verhältnisse dabei erwähnen und die vorgenommenen Correkturen wörtlich anführen. Die Verwendung der in den bisherigen morphologischen Arbeiten gemachten Angaben ist in vielen Fällen nur für den Standpunkt thunlich, den der Verfasser inne gehabt hat; will man anderweitig mit ihnen operieren, so findet man leider zu oft, dass dies nicht angeht. Hat man aber von ihnen Gebrauch gemacht, so stellt sich nicht selten heraus, dass die Resultate, welche man aus ihnen gezogen hat, mit der Wahrheit nicht übereinstimmen können.

Der einzige Weg, um eine klare Einsicht in die Anschlussverhältnisse der Kelche zu gewinnen, ist nachzusehen, wie sich derselbe entwickelt, es ist also die allerfrühste Anlage der Blüthenphyllome zu untersuchen.

Es gilt zunächst Thatsachen zu sammeln, die bisher zwar nicht übersehen, die aber doch niemals nur von diesem Gesichtspunkte aus aufgesucht worden sind. Nach meinen Erfahrungen reichen die bis jetzt bekannten Einzelheiten nicht aus, um vorläufig irgend eine Theorie der Anschlüsse zu entwerfen, denn ich will gleich von vornherein bemerken, dass in den Blüthen während des Verlaufs der Entwicklung mannigfache Veränderungen vor sich gehen, welche die wirklichen Anschlüsse durchaus verdunkeln. Da die früheren Morphologen nur die entwickelten Blüthen betrachteten, so wurde bisher in grossen Gruppen des Pflanzenreiches nur mit Trugbildern operiert. Die von Eichler construierten Fälle werden zu einem grösseren Theile nicht mehr in dieser Weise anzuerkennen sein.

Ich habe die Pflanzen, welche ich im Folgenden behandeln will, nach den alt hergebrachten Gruppen gegliedert. Ich halte es für ziemlich gleichgültig, in welcher Anordnung die einzelnen Typen an einander gereiht werden. Die Anschlüsse in den Blüthen richten sich in vielen Fällen weniger nach der natürlichen Verwandtschaft, als nach anderen Bedingungen, die allmälig aus dem Verfolge der Untersuchung klar werden dürften. Im Grossen und Ganzen zeigen die beiden Hauptgruppen der Angiospermen, die Mono- und Dicotylen, recht erhebliche Differenzen, wenn schon gewisse Züge der Ausgliederung der ersten

Organe beiden gemeinsam sein können. Man wird es nicht ungerechtfertigt finden, dass ich danach meine beiden grössten Abtheilungen gemacht habe.

Die Gymnospermen habe ich leider vorläufig nicht untersucht und habe sie desshalb in meiner Darstellung übergangen. Was ich aber von zuverlässigen Zeichnungen über die erste Entwicklung der Coniferenblüthe gesehen habe, legt mir die Vermuthung im höchsten Grade nahe, dass sie sich von den Verhältnissen, welche die Angiospermen bieten, nicht entfernen dürften. Die weiteren Eintheilungen in der Klasse der Monocotylen richten sich nur nach einigen prägnanten Typen, die ich ohne engen inneren Zusammenhang an einander gereiht habe, gewisse Beziehungen einer folgenden Gruppe zur vorhergehenden werden sich indess häufig auffinden lassen.

Die Dicotylen habe ich nach drei Gruppen gegliedert, die den drei Hauptformen der Blattstellung entsprechen: ich habe die tetrameren, actinomorph-pentameren und zygomorphen Blüthenformen unterschieden, von denen die mittleren den spiralen Typus wenigstens im Kelche repräsentieren. Acyklische Blüthen reinster Entwicklung habe ich nicht prüfen können, alles, was ich davon gesehen, war weit davon entfernt, die inneren Cyklen in spiraler Folge auszugliedern. In den drei Gruppen habe ich ebenfalls die einzelnen Typen nur aneinander gereiht.

Die Form der Blüthenstände ist oft von grosser Bedeutung für die Art und Weise, wie die Blüthen angelegt werden; da dieselben entwicklungsgeschichtlich noch wenig untersucht sind, so habe ich es nicht für unangemessen gehalten, ihrer Ontogenese eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken und sie eingehender zu beschreiben. Man wird ferner im Folgenden sehen, dass die Untersuchung sich nicht blos auf die Entstehung der beiden ersten Blüthencyklen beschränken konnte, weil die Blüthenhüllen zuweilen überhaupt nicht zuerst entstehen. Da es mir aber von Interesse schien, die Entwicklung der ganzen Blüthe zu verfolgen, so habe ich am Schlusse der ersten Hauptgruppe und der besonders eigenthümlichen kleineren Vergesellschaftungen eine kurze Übersicht über die Anlagen der inneren Kreise zu geben versucht. Ich glaube, dass einzelne neue Beobachtungen an diesen Stellen nicht unwillkommen sein werden.

Eine Sonderung von Gipfel- und Lateralblüthen, die mir zuerst wünschenswerth erschien, habe ich später aufgegeben. Einmal kennen wir eine grosse Zahl von Blüthen, bei denen die direkte Beobachtung die Zweifel darüber, ob die eine oder die andere Form vorliegt, nicht beseitigt: ich werde bei den Gräsern Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, dass sich die theoretische Annahme von Axenrudimenten bei

scheinbar terminal gestellten Körpern auch nach der realen Beobachtung nicht abweisen lässt; nicht minder bringen gewisse Schaftblüthen der Liliifloren uns in ein ähnliches Dilemma. Ich konnte mich ferner nicht entscheiden, von welchem Gesichtspunkte aus die Blüthen der Wickelinflorescenzen zu behandeln seien. In Wirklichkeit schliessen sie jede Axe direkt ab und sind also Gipfelblüthen. Die lateralen Einzelblüthen, die mit Vorblättern versehen sind, müssen aber ganz ähnlich aufgefasst werden, nur dass sich aus den Begleitblättern keine Seitenstrahlen entwickeln.

I. Die Blüthen der Monocotylen.

Ich habe in dieser Abtheilung nur solche Blüthen untersucht, bei denen der trimere Typus zum Ausdrucke kam. Es bleibt also noch eine Lücke, indem die wenigen Formen, welche eine Ausgliederung in decussierten Paaren wie Majanthemum und Paris besitzen, noch zu prüfen sind; auch die monandrischen Formen wie Lemna habe ich bezüglich ihrer Anschlüsse nicht untersuchen können.

a. Die Blüthen der Gattung Lilium und Verwandter.

Ich werde in dieser Gruppe alle diejenigen Monocotylenblüthen nach ihrer Entwicklung behandeln, welche einzeln in den Achseln von Tragblättern erscheinen und entweder gar kein Vorblatt besitzen oder nur ein seitliches entwickeln. Folgende Pflanzenarten wurden theils auf die Ausgliederung aller Blüthencyklen, theils auf die des ersten genauer untersucht: Ornithogalum latifolium L., Scilla Sibirica Andr., S. Italica L., S. cernua Red., Galtonia candicans Dcne., Hosta plantaginea Aschs., Bulbinella annua Willd., Lilium candidum L., L. martagon L., L. pyrenaicum, Czackia liliastrum Andrz., Asphodelus luteus L., Colchicum autumnale L., C. lingulatum B. et Spr., C. Steveni Kth.

Als einfachstes Beispiel werde ich zunächst die Ontogenese solcher Blüthen beschreiben, welche kein Vorblatt besitzen; in dieser Richtung verhalten sich die meisten Arten von Ornithogalum, Galtonia candicans, Hosta plantaginea, Bulbinella annua vollkommen gleich. Um die betreffenden Entwicklungszustände sicher zu finden, muss man für die Untersuchung die richtigen Zeiten abpassen. Es kommt ganz darauf an, wann die betreffenden Pflanzen blühen, da in der Regel nach der Fruchtreife die jungen Blüthenstände für das nächste Jahr angelegt werden. Bei denjenigen Gewächsen, die im Sommer, also nach der Mitte des Juni ihre Blüthen entfalten, kann man im Frühjahre sicher sein, die geeigneten Stadien zu Gesichte zu bekommen. Schneidet man also die Zwiebeln, welche kräftig genug sind, um eine Inflorescenz

zu erzeugen, von Ornithogalum latifolium, Galtonia candicans zu Ende des Monats Mai oder im Anfange des Juni auf, so wird man hier ebenso junge Blüthenstände finden, wie an den Stöcken von Hosta plantaginea. Bulbinella annua, wie der Name ausdrückt eine einjährige Pflanze, liefert kurze Zeit nach der Aussaat für eine längere Frist die wünschenswerthen Objekte.

Die Präparation macht nach einiger Übung keine erheblichen Schwierigkeiten. Die Blüthenkörper sind schon bei der ersten Anlage gross und die Entfernung der Blätter, welche die jüngeren Zustände verbergen, ist leicht. Man schneidet einfach die Inflorescenzspitze ab und löst vorsichtig ein Blatt nach dem anderen, bis man den Vegetationskegel zu Gesichte bekommt. Frühlingsblüher liegen unter den erwähnten Pflanzen nicht vor. Will man aber diese untersuchen, so kann man nicht bis zur Entwicklungszeit warten, sondern muss bereits im vorhergehenden Sommer die geeigneten Zustände aufsuchen. Einige dieser Pflanzen machen dabei grosse Anforderungen an die Geduld des Beobachters. Um nun Allen, welche sich mit demselben Gegenstande beschäftigen wollen, manche unliebsame Enttäuschung zu ersparen, werde ich immer diejenigen Monate namhaft machen, in denen ich die betreffenden Objekte studierte. Im Grossen und Ganzen gelten die Angaben nur für Berlin; es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieselben in anderen Gegenden nicht genau zutreffen; vielleicht sind auch die wechselnden climatischen Verhältnisse der verschiedenen Jahre nicht ohne Einfluss auf die Zeit der Anlagen. Jeder Beobachter wird sich trotz meiner Hülfe in dieser Richtung eine Jahre lange Erfahrung nicht verdriessen lassen dürfen.

Um alle Verhältnisse in möglichster Klarheit und Reinheit zu verfolgen, empfehle ich, weder die untersten noch die obersten Blüthenanlagen einer Inflorescenz zu untersuchen; man wähle also solche Sprosse, bei denen eine mässige Anzahl derselben erschienen ist. Löst man von einer so beschaffenen Inflorescenz der Galtonia candicans das Tragblatt, welches den ersten Anfang einer Blüthe birgt, ab; so erscheint dieselbe in der Form eines flachen, von vorn nach hinten zusammengedrückten, etwa von einem Kreisabschnitte umgrenzten Gebildes (Taf. I, Fig. 2). Dieses Primordium hat eine constante, regelmässig wiederkehrende Lage zu beiden Blättern, welche sich hinter ihm befinden. Vergleichen wir die angegebene Figur, so bemerken wir, dass es an das eine, hier links befindliche anstösst, während es sich vor das zweite rechts befindliche gestellt hat. Bei der hier geschilderten Pflanze entstehen die Blätter auf der Einerzeile nach einer Divergenz, welche, wie mich direkte Messungen mit dem Transporteur belehrten, dem Grenzwerthe der Hauptreihe sehr nahe kommt. Natürlich

werden auch diejenigen Gewächse, deren Blätter in dem Verlaufe der Contaktzeilen und nicht nach der Einerzeile entstehen, dieselben Verhältnisse bieten, auch bei ihnen wird jedes Blatt mit seinem Blüthenprimordium zu den beiden »Oberblättern« in bestimmter Relation stehen.

Für meine spätere Darstellung ist es von Belang, die Blätter der Ziffer nach zu bestimmen, welche sich mit dem Blüthenprimordium, oder ehe dieses erschienen ist, mit dem Unterblatte in Contakt befinden. Es ist von vorn herein klar, dass bei der Divergenz, die dem Grenzwinkel um 137° 30′ 28″ nahe liegt, doch nicht stets dieselben Contakte stattzufinden brauchen. Um diese Verhältnisse besser übersehen zu können, habe ich in Taf. I, Fig. 1 ein Schema entworfen, welches die hier obwaltenden Stellungen zur Anschauung bringt. Die in demselben mit Ziffern bezeichneten Punkte, die ich durch Radien mit dem Mittelpunkte eines Kreises verbunden habe, sind dadurch gewonnen, dass ich auf der Peripherie des letzteren in fortgesetztem Umlaufe 24 Orte aufgetragen habe. Sie divergieren von einander um einen Winkel, welcher dem oben angeführten Grenzwerthe ungefähr entspricht. Der Deutlichkeit halber habe ich später die Punkte nicht auf der Peripherie des Kreises belassen, sondern auf den Radien, die durch dieselben gingen, nach dem Centrum zu verschoben. Der Betrag der Annäherung an dasselbe vergrössert sich für jedes folgende Blatt immer um 1 mm. Das mit der Ziffer 1 versehene liegt also auf der Peripherie, f^2 ist von ihr 1 mm entfernt, f^3 2 mm, f^4 3 mm. und f^{24} steht 23 mm von derselben ab. Würde ich alle Punkte mit einander durch eine gleichmässig verlaufende Curve verbinden, so erhielte ich eine Spirale, welche der Einerzeile des Systemes entspräche.

Es sei nun f^1 das ins Auge zu fassende Unterblatt, so werden mit ihm nicht blos 2 ganz bestimmte Oberblätter in Contakt treten, sondern es werden eine Reihe von Paaren sich mit ihm in dieselbe Beziehung setzen können. Welche von den 23 Blättern mit ihm in Berührung treten, wird von 2 Factoren abhängig sein: einmal von der Grösse des Durchmessers des Vegetationskegels an der Insertionsstelle von f^1 und zweitens von der Grösse des Peripheriestückes, das von der Insertionscurve des Blattes in Anspruch genommen wird, d. h. also von dem Theile des Kreises, den die Blattbasen der Oberblätter umgreifen. Ist der Durchmesser des Vegetationskegels auf dem Querschnittselemente zwischen dem Unterblatte und dem obersten Oberblatte im Verhältniss zu den Insertionsbögen der Blätter sehr gross, so werden mehr Blätter zwischen beiden liegen, die Zahlen für die Oberblätter werden hohe sein; ist dagegen der Quotient zwischen Kegeldurchmesser und den Insertionscurven, beide durch ein gemein-

schaftliches Mass ausgedrückt, kleiner, so werden die Ziffern, welche die Oberblätter erhalten müssen, niedere sein. Der unterste Grenzfall des Contaktes ist offenbar der, dass f^1 in Contakt steht mit f^2 u. f^3. Da der Annahme nach f^1 von f^2 um 137° 30′ 28″ divergiert, so wird unter der Voraussetzung, dass die Insertionscurven dieser drei Blätter einander gleich seien (eine Voraussetzung, die zwar niemals genau zutrifft, die aber doch nur soweit von der Wahrheit abweicht, dass die Differenz ohne erhebliche Fehler vernachlässigt werden kann), das Blatt f^2 das Blatt f^1 berühren, wenn die Bögen beider grösser sind als das Peripheriestück, das diesem Winkel entspricht. Das Blatt f^3 steht unter diesen Umständen auf eine viel grössere Strecke mit f^1 in Berührung als f^2. Es divergiert von f^1 um 360° — 2. 137° 30′ 28″ = 84° 59′ 4″. Die Berührung hat also unter dieser Bedingung zwischen f^1 und f^3 statt auf eine Bogengrösse von 52° 31′ 24″. Wir erhalten daher folgenden Satz: Steht ein Blatt mit den beiden auf der Einerzeile unmittelbar als Oberblätter folgenden im Contakte, so liegt das ältere Oberblatt der Insertionsmitte ferner, das jüngere derselben näher. Schwendener hat bereits in seiner mechanischen Blattstellungslehre den Satz ganz allgemein für alle Oberblätter bewiesen. Er heisst dann: Die beiden Oberblätter haben zu dem Unterblatte eine solche Lage, dass das tiefer inserierte von der Insertionsmitte des letzteren weiter entfernt ist, das höher inserierte derselben näher liegt. Aus dem Verhalten der Contaktzeilen, die durch das Unterblatt gehen, ist die Richtigkeit des Satzes leicht nachzuweisen.

Wir haben nun zu untersuchen, welche Blätter mit einem Unterblatte überhaupt Contakt haben können. Man kann aus dem Schema nicht unmittelbar ablesen, ob alle Blätter, die auf f^1 folgen, oder nur bestimmte dies Vermögen besitzen. Es wird ferner die Lage des jüngeren oder älteren Oberblattes zur Mediane des Unterblattes zu ermitteln sein, d. h. es wird zuzusehen sein, ob das ältere wie in dem ersten Falle immer links, das jüngere immer rechts zu ihm liegt, wenn, wie in dem gesetzten Schema, die Spirale rechts herum, im Sinne des Uhrzeigerganges, verläuft.

Lassen wir bei constantem Kegel-Querschnitte die Grösse der Insertionsbögen sich verkleinern, so wird zunächst f^2 nicht mehr mit f^1 im Contakte stehen, wenn der Bogen unter das Mass von 137° 30′ 28″ herabsinkt. Die Berührungsgrösse zwischen f^1 und f^3 wird sich ebenfalls allmälig verkürzen, bis sie endlich 0 wird. Diese Grenze tritt in dem Augenblicke ein, wenn beide Insertionsbögen die Grösse der Divergenz zwischen f^1 und f^3 = 84° 59′ 4″ erreichen. Haben alle Blätter, die auf f^1 folgen, diese Grösse der Insertionscurven, so kann nur noch ein Blatt mit f^1 sich berühren, nämlich f^4, denn dieses

divergiert von f^1 um $3 . 137^\circ 30' 28'' - 360 = 52^\circ 31' 24''$, wie aus der Figur leicht zu ersehen ist. Die Bögengrösse der Berührung beträgt zwischen beiden

$$52^\circ 31' 24'' - 2.(52^\circ 31' 24'' - 42^\circ 29' 32'') = 52^\circ 31' 24'' - 20^\circ 3' 44''$$
$$= 32^\circ 27' 40''.$$

In dem Momente also, wo der Contakt zwischen f^1 und f^3 gelöst wird, bedeckt f^4 von f^1 noch ein Bogenstück von $32^\circ 27' 40''$.

Geht die Grösse von f^4 unter den Werth herab, welchen die halbe Divergenz zwischen f^1 und f^4 beträgt, wird sie also geringer als $26^\circ 15' 42''$, so wird auch der Contakt zwischen beiden aufgehoben. Gleicht der Werth genau dieser Grösse, so stossen die Blattränder zusammen, dann übergreift aber f^6 noch um folgende Strecke das f^1:

Die Divergenz zwischen f^1 und $f^6 = 720^\circ - 5 . 137^\circ 30' 28''$
$$= 720 - 687^\circ 32' 20'' = 32^\circ 27' 40''$$

Die Grösse der Blattinsertionsbögen $= 26^\circ 15' 42''$

Folglich das gedeckte Stück
$$= 32^\circ 27' 40'' - 2.(32^\circ 27' 40'' - 26^\circ 15' 42'')$$
$$= 32^\circ 27' 40'' - 12^\circ 23' 56'' = 20^\circ 3' 44''.$$

Aus diesen Erfahrungen können wir ein doppeltes Resultat ziehen: erstens fällt f^5 aus dem Contaktverhältnisse weg, weil seine Insertionscurve, vorausgesetzt dass die Blätter alle mit gleichen Bögengrössen inseriert sind, das f^1 nicht mehr erreicht. Dass aber alle Blattprimordien bei ihrer Entstehung aliquote Theile des Vegetationskegels umspannen, ist die Hauptbedingung für die Entstehung der Spiralsysteme nach dem von mir angenommenen Grenzwerthe. Zweitens ergiebt sich aus ihnen ein ganz bestimmter Lagerungswechsel des älteren resp. jüngeren Oberblattes. Bei dem Contakte zwischen f^1, f^2 und f^3 liegt das jüngere Oberblatt rechts, bei dem Contakte f^1, f^3 und f^4 links, in dem letzten von mir betrachteten Falle steht es wieder auf der rechten Seite.

Gehen wir nun zu dem nächsten Contakte über dadurch, dass sich die Grössen der Insertionsbögen noch weiter verkleinern, so treten f^6 und f^9 mit f^1 in Berührung und es werden ganz nach denselben Verhältnissen, wie vorhin f^5, jetzt f^7 und f^8 von dem Contakte eliminiert. Das jüngere Oberblatt liegt, wie die Fig. 1 zeigt, links. Wenn f^1 mit dem folgenden Blattpaare f^9 und f^{14} in Beziehung steht, so werden f^{10}, f^{11}, f^{12} und f^{13} ausgeschlossen. Das jüngere Oberblatt liegt rechts. Wird f^1 bei noch weiter gehender Reduction der Insertionscurven von f^{14} und f^{22} berührt, so werden f^{15} bis f^{21} ausgeschaltet, dann befindet sich das Oberblatt mit höchster Ziffer wieder

links. Das Gesetz von dem Lagenwechsel der jüngeren Oberblätter hat also allgemeine Gültigkeit.

Wir haben jetzt folgende Reihe für den Contakt der Oberblätter mit dem Unterblatte gewonnen: f^1 kann berührt werden von f^2 und f^3, f^3 und f^4, f^4 und f^6, f^6 und f^9, f^9 und f^{14}, f^{14} und f^{22}. Setze ich nun für f^1 ein f^0, so vermindern sich die Zeiger um 1 und ich erhalte die Reihe f^1 und f^2, f^2 und f^3, f^3 und f^5, f^5 und f^8, f^8 und f^{13}, f^{13} und f^{21}, d. h. die Ziffern der Oberblätter fallen zusammen mit den Zahlen der Contaktzeilen, ein Resultat, das von vornherein zu erwarten war. Ich habe die übrigen Grenzwerthe, unter denen die Blätter der Anlage nach von einander divergieren können, ausser Acht gelassen, weil mir solche Stellungen nicht vorgekommen sind. Es ist aber einleuchtend, dass dann andere Oberblätter mit dem Unterblatte in Berührung treten. Die Bezifferung wird sich nach den hier erscheinenden Contaktzeilen leicht bewerkstelligen lassen.

Ich habe von vornherein darauf aufmerksam gemacht, dass man, um die Verhältnisse klar und scharf beobachten zu können, weder die untersten Blüthen der Inflorescenz, noch die obersten in ihrer Entstehung verfolgen soll. Es ist eine von SCHWENDENER ermittelte Thatsache, dass bei dem Übergange der Laubblätter in die Hochblätter durch die herabgehende Grösse der Insertionsbögen Störungen in der normalen Anlagefolge auftreten, die erst wieder beseitigt werden, wenn die Bögen gleich werden. Dasselbe ist nun auch am auslaufenden Ende der Inflorescenzen, in Sonderheit bei den Liliaceen zu beobachten. Der in seiner Blätterausgliederung erlahmende Vegetationskegel verhält sich anders, wie der in voller Thätigkeit befindliche. Die Blätter werden ebenfalls kleiner; die Blüthenanlagen werden oft nicht über den ersten Höckerzustand ausgebildet und dadurch die Neubildungen von Organen in ihren Dispositionen verändert. Dazu kommt, dass der Durchschnitt des Kegels ebenfalls sich zuweilen erheblich verkleinert. Bestände nun zwischen beiden Reductionen ein bestimmtes Ebenmass, so würden sich die beiden Verkleinerungen aufheben und das alte Verhältniss hergestellt werden. Alle diese Umstände bewirken die bereits constatierten Störungen der Blüthenanordnung, zugleich aber auch Veränderungen der Contaktverhältnisse, die für unsere weiteren Betrachtungen von Bedeutung sein werden.

Gehe ich nun zu der vorhin bereits begonnenen Besprechung über die Entstehung der Blüthe von Galtonia candicans zurück, so machte ich schon oben darauf aufmerksam, dass die hier stattfindenden Contaktverhältnisse zwischen dem Primordium und den Oberblättern eine differente Lage des Primordiums zu beiden nach sich ziehen. Die junge Blüthenanlage steht genau in der Mediane des Tragblattes, sie

stösst dabei an das untere Oberblatt an und schiebt sich vor das obere (Taf. I. Fig. 2). Der Gestalt nach habe ich ebenfalls das Primordium schon beschrieben. Zuerst tritt es als stark zusammengedrücktes, fast scheibenförmiges Gebilde auf, dann aber gewinnt es an Körper, es wird im Querschnitte von der Gestalt einer Ellipse. Nun erscheinen die ersten Neubildungen an ihm. Sie treten transversal zum Deckblatte auf (Taf. I. Fig. 3, 5 und 6). Ich habe, um nicht bei demselben Beispiele zu bleiben, in den beiden letzten Figuren Abbildungen von Hosta plantaginea mitgetheilt. Diese Pflanze verhält sich genau wie Galtonia candicans.

Ich will im Folgenden zunächst den Versuch machen, diese Stellung der beiden ersten Blätter an dem Primordium mechanisch zu begründen. Zu diesem Zwecke müssen die Druckverhältnisse, welche das Tragblatt gegen dasselbe ausübt, ermittelt werden. Bis jetzt sind keine Methoden bekannt, um dieselben durch Messungen zu bestimmen, es bleibt also nichts anderes übrig, als die Umgebung genauer ins Auge zu fassen und die Druckdifferenzen ohne Rücksicht auf absolute Masse abzuschätzen. Ich bin mir dessen wohl bewusst, dass diese Methode nicht vorwurfsfrei ist, sie wird aber an Bestimmtheit der Resultate gewinnen, sobald an prägnanten Beispielen immer wieder dieselbe Summe von Erfahrungen gesammelt wird.

Der Einfachheit halber wollen wir zunächst annehmen, die Oberblätter seien nicht vorhanden, da sie, wie aus der verschiedenen Distanzierung derselben von der Mediane des Tragblattes hervorgeht, die Verhältnisse verwickelter machen müssen. Das Tragblatt umgiebt das Primordium nicht von allen Seiten, denn es greift nicht rückwärts um dasselbe herum, sondern ist zu beiden Seiten von ihm angeheftet. Wir wollen nun ferner annehmen, dass geförderte Dehnungen im Blattgrunde, derart wie sie Schwendener für Aristolochia nachgewiesen hat, nicht vorkommen, sondern dass ein lückenloser Contakt zwischen Axe, Primord und Tragblatt erhalten bleibt. Dann werden also die Zuwachsmasse im Blattgrunde durch die Wachsthumszunahme des Primordiums ausgefüllt und die einmal bestehenden Druckverhältnisse bleiben constant.

Das Tragblatt können wir uns als ein gespanntes Band vorstellen, gegen welches das wachsende Primordium drückt. Es werden also gegen die benachbarte Umgebung von Seiten des Primordiums Stösse ausgeübt. Nehmen wir nun an, diese Stösse gehen vom Mittelpunkte aus, so werden sie nur in einer Ebene senkrecht auf das gespannte Band wirken, nämlich in derjenigen, welche normal auf der langen Axe des elliptisch geformten Primords steht, und dort den grössten Druck ausüben. Diese Ebene fällt zusammen mit der Mediane des

Tragblattes und in ihr liegt somit das Druckmaximum des ganzen Systemes. Dabei ist zu bemerken, dass bei lückenlosem Contakte der Druck zwischen Tragblatt und Primordium ebenso gross sein muss wie zwischen Axe und Primordium, an diesem herrschen also vorn und hinten gleiche Drucke.

Rechts und links nehmen nun in ganz bestimmter Weise symmetrisch die Drucke bis zu dem Punkte ab, wo das gespannte Band das Primordium verlässt. Das Verhältniss der Abnahme ist abhängig von der Curve, welche das Band darstellt. An jenem Punkte wird der Druck gleich 0.

Wenn daher die ersten Blätter transversal zum Tragblatte entstehen, so erscheinen sie an den Stellen geringsten Druckes.

Bei unserer Betrachtung hatten wir angenommen, dass die Druckverhältnisse zu beiden Seiten der Mediane gleich waren. Die bis jetzt besprochenen Liliaceen zeigen aber rechts und links von der Mediane eine Differenz dadurch, dass die Oberblätter hinzutreten. Lägen dieselben mit ihren Insertionsmitten wieder symmetrisch zur Mediane, so würde an den entwickelten Relationen keine Änderung bewirkt werden. Wie ich aber auseinandersetzte, divergieren dieselben von der Mediane des Tragblattes um verschiedene Richtungsunterschiede. Das jüngere Blatt befindet sich nicht blos mit der äussersten Flanke der Mediane des Tragblattes näher, sondern seine Mediane ist ebenfalls dem Rande des Tragblattes näher gerückt. In der letzteren liegt nun das Wachsthumsmaximum des Primordiums in radialer Richtung und der sich stärker wölbende Buckel des jüngeren Oberblattes drängt die Flanke des Tragblattes nach aussen. An dieser Stelle müsste also zwischen Tragblatt und Primordium eine Lücke, d. h. der Ort eines Druckminimums entstehen.

Auf der anderen Seite dagegen stösst das Primordium eng an die Flanke des älteren Oberblattes an. Vergleichen wir nun die Drucke, die auf beiden Seiten gegen die äussersten transversalen Kanten des Primordiums ausgeübt werden, so hat die Annahme, dass auf der Seite des jüngeren Oberblattes ein geringerer Druck vorhanden sein wird, als auf der anderen, eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich. Die Beobachtung lehrt nun (Taf. I, Fig. 3 und 5), dass bei regelmässigem Spiralanschlusse das erste Blatt immer auf der Seite des jüngeren Oberblattes auftritt; das transversal gegenüberliegende, bei dem älteren Oberblatte befindliche ist bei allen untersuchten Pflanzen das zweite Blatt. Diese Anlage wiederholt sich, wie wir später zu sehen Gelegenheit haben werden, in der bei weitem grössten Zahl der Monocotylenblüthen. Ich habe sie normal zum Tragblatte genannt, nicht desswegen, weil ich darin eine Norm oder einen Typus erkenne, sondern

weil die Mediane durch beide Blätter normal auf der Mediane des Tragblattes steht.

Ich kann nicht umhin, auf das Hypothetische meiner Untersuchung über die herrschenden Drucke und meiner Annahme, dass die Neubildungen des Primords an den Stellen geringsten Druckes erscheinen, hinzuweisen. Wir werden später in ausserordentlich vielen Fällen die Wahrnehmung machen, dass die Gestalt des Vegetationskegels in einer regelmässigen Beziehung steht zu der Art und Weise, wie sich die Neubildungen an ihm ausgliedern; so zwar dass ich geneigt bin einen ursächlichen Zusammenhang zwischen dieser Form und dem Auftreten der Blattanlagen zu sehen. Wenn der Vegetationskegel im Querschnitte die Gestalt einer Ellipse annimmt, so entstehen ohne Ausnahme die nächsten Blätter zweizählig in den Enden der langen Axe. Schliesslich müssen aber die ursächlichen Momente, dass der Vegetationskegel die im Querschnitte elliptische Form gewinnen kann, doch wieder in den Druckdifferenzen zwischen dem Medianschnitt und der transversalen Richtung gefunden werden. Das Zeitintervall zwischen dem Auftreten des ersten Primärblattes auf der Seite des jüngeren und des zweiten auf der Seite des älteren Oberblattes könnte dann darin liegen, dass sich das Primordium in die Lücke, welche zwischen ihm und dem Tragblatte sich aufthun müsste, hineinzieht und auf dieser Seite also sich schneller in transversaler Richtung vergrössert, als auf der andern, die von dem anstossenden Blattrande des jüngeren Oberblattes einen Widerstand erfahren muss.

Alle diese Verhältnisse sind bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse noch nicht spruchreif, sie können nur erwogen, aber nicht definitiv entschieden werden. Dass aber die mechanischen Einflüsse von der erheblichsten Bedeutung, wenn nicht ausschlaggebend sind, kann meines Erachtens bei der vollkommenen Regelmässigkeit der Anlagen ferner nicht zweifelhaft sein.

Nachdem die zwei ersten Blätter aufgetreten sind, gehen in dem Blüthenprimordium weitere Gestaltveränderungen vor sich. Es hält nämlich den bisher befolgten Gang des Wachthums, demzufolge es ellipsoide Form gewann, nicht mehr inne; sondern hebt sich auf der Vorderseite. (Taf. I, Fig. 7.)

Die junge Blüthenanlage, die früher fast senkrecht abfiel, erhält hierdurch oben die Gestalt einer schiefen Ebene, an deren Fusse oberhalb die Basis des Primordiums, das dritte Perigonblatt sich zeigt. In weiterer Entwicklung sehen wir dasselbe in Fig. 4, die Galtonia candicans entnommen ist.

Wir können nun die Insertionsmitten der 3 Blätter durch eine in gleichmässiger Richtung verlaufende Curve verbinden. Solange nur

2 derselben da waren, hätten wir keine Veranlassung gehabt, uns für die hintumläufige oder vornumläufige Wendung der Curve zu entscheiden, weil die Blätter einander diametral gegenüber standen. Jetzt, da ein drittes Blatt sich entwickelt hat, ist der Weg vorgeschrieben: die Curve ist hintumläufig, denn nur auf diesem Gange können wir, ohne ein Blatt zu überspringen, von s^1 zu s^2 und zu s^3 gelangen. Diese Verbindungscurve ist keine Spirale in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes, noch viel weniger ist sie die genetische mit $^1/_3$ Divergenz. Denn der Ast, welcher s^2 mit s^3 in Verbindung setzt, senkt sich dem Abfalle der schiefen Ebene des Primordiums entsprechend, und zweitens sind die Divergenzen entweder überhaupt nicht $= {}^1/_3$ der Peripherie, oder wenn sie zufällig diesem Werthe entsprechen, so ist dieses Verhältniss nicht ein in der ursprünglichen Anlage begründetes, sondern erst ein durch die Formveränderung im Primordium gewordenes.

Betrachten wir nun die Wendungsrichtung der Spirale, nach welcher die Blätter auf der Einerzeile an der Inflorescenzaxe und somit die Blüthen angeheftet sind, mit derjenigen der Verbindungscurve der Perigonblätter, so kann ganz im Allgemeinen ein doppeltes Verhältniss vorausgesetzt werden. Ich habe oben gezeigt, dass das erste Blatt an der Seite des jüngeren Oberblattes erscheint, ferner habe ich nachgewiesen, dass dieses unter gewissen Umständen rechts, unter anderen links von dem Tragblatte gefunden wird. Bei rechtsläufiger Hauptspirale befindet sich das jüngere Oberblatt rechts, sobald f^0 mit f^1 und f^2, f^3 und f^5, f^8 und f^{13} in Bezug steht. Wenn dagegen f^0 mit f^2 und f^3, f^5 und f^8, f^{13} und f^{21} in Beziehung gesetzt ist, so liegt das jüngere Oberblatt links. Im ersteren Falle wird auch s^1 rechts vom Hauptblatte gelegen sein und die Verbindungscurve der Perigonblätter ist gegenläufig. In der zweiten Reihe dagegen steht s^1 links, daher ist die Curve rechtsläufig, d. h. geht mit der Hauptspirale gleichsinnig. In den mir vorliegenden Fällen waren die Oberblätter zu f^0 die Blätter f^3 und f^5. In Taf. I, Fig. 2 ist die Hauptspirale rechtsläufig, die Verbindungscurve der Perigonblätter aber ist, wie es meine Untersuchung erfordert, gegenläufig. Die Blüthe, welche dagegen in Taf. I, Fig. 4 dargestellt wurde, ist einer Pflanze entnommen mit linksläufiger Hauptspirale, daher hat die Verbindungscurve eine rechte Wendung.

Dieses Gesetz hat natürlich Geltung für alle Sprosse, die sich unter gleichen Bedingungen befinden; ich werde unten Gelegenheit haben, es auch an vegetativen Axen nachzuweisen, es ist ein wirkliches morphologisches Grundgesetz. Dass es nicht gelungen ist, bisher eine Beziehung zwischen der Spiralwendung der Haupt- und Nebenaxen nachzuweisen, hat einen doppelten Grund.

Erstens können an verschiedenen Sprossen je nach der Ziffer der

Oberblätter sowohl homo- wie antidrome Wendungen beobachtet werden und zweitens tritt das Gesetz, wie ich erwähnte, nur dann klar hervor, sobald der Contakt der Oberblätter nicht in irgend einer Weise gestört wird, was durch Verjüngung des Durchmessers des Vegetationskegels, durch Verkleinerung der Blattinsertionscurven, endlich auch durch Entwicklung von Blüthenständen, die ausserordentlich tief eingreifende Veränderungen hervorbringen, geschehen kann. Um ein Beispiel derartiger Störungen vorzuführen, habe ich aus einer grossen Reihe von Zeichnungen in Taf. I, Fig. 8 eine Knospe von Ornithogalum latifolium aus der Gegend der Inflorescenzspitze dargestellt. Den Contaktverhältnissen entsprechend müsste s^1 auf der rechten Seite sich befinden, das kleinere s^2 auf der linken. Ich habe mich aber hier wie an anderen Blüthen überzeugt, dass die Tragblätter durchaus variable Grössenverhältnisse aufwiesen.

Von all diesen Wahrnehmungen über die Anlage der ersten Perigonblätter ist natürlich in den Stadien, welche man bisher zur Betrachtung über die Stellung der Blätter wählte, nichts mehr zu sehen. Wenn sich die Knospe nach der simultanen Entstehung des zweiten Perigoncyklus, der Staubgefässe und der Karpiden abrundet, ist die Verlegung des ursprünglichen Vegetationspunktes von der Schneide des ersten flachen Primordiums auf die Höhe des Ellipsoids und endlich in die Mitte des Blüthenbodens längst vollzogen. Der Körper der Knospe hat sich mittlerweile zu einem im Querschnitte kreisförmigen Gebilde transformiert und die Divergenzdifferenzen, die ehedem vorhanden waren, sind vollkommen verwischt. Auch die Payer'schen Bilder, welche in künstlerischer Hinsicht so vollendet dargestellt sind, geben nur zuweilen eine leise Andeutung über die hier obwaltenden Verhältnisse und gerade da, wo sie klarer zu Tage treten, glaubte man Correkturen anbringen zu müssen, welche die immer wieder gesuchten genetischen Spiralen herstellten. Daher kam es wohl, dass man diese durchaus nicht allzu schwer zu beobachtenden wichtigen Details in der Ontogenese der Liliaceenblüthen übersehen oder vernachlässigt hat.

Mit diesen 3 Blättern ist nun in gewissen Blüthen die Anlage von succedan auftretenden Phyllomen noch nicht geschlossen. Untersucht man im Anfange des Monats August eine kräftige Zwiebel von Scilla Italica, so sieht man eine grössere Zahl von Blüthenprimordien in den Achseln von relativ grossen Blättern. Die Lage der Oberblätter zu dem Unterblatte ist wie ich sie oben beschrieben habe. Bei rechtsläufiger Spirale liegt das jüngere rechts, das ältere links, dementsprechend, dass überall f^0 im Contakte mit f^3 und f^5 steht. Hier erscheint das erste Blatt wieder auf der Seite des jüngeren Ober-

blattes an dem zusammengedrückten Primordium, Taf. I, Fig. 9, das zweite Blatt des neuen Systems aber links. Das dritte Blatt liegt nicht median vor dem Tragblatte, sondern fällt ungefähr zwischen das Tragblatt und das jetzt schon ziemlich grosse erste Blatt, welches mit seiner Basis fast den ganzen Raum zwischen Tragblatt und der hinteren Begrenzungslinie des Primordiums einnimmt und das kappenförmig die rechte Seite desselben umfasst.*) Das Primordium fällt dabei ebenfalls deutlich nach vorn ab. In einem weiteren Stadium sieht man nun eine vierte Anlage seitlich von dem ersten Blatte nach hinten zu auftreten.

Verfolgt man die Verhältnisse an weiter vorgeschrittenen Knospen, so wird klar, dass den ersten Blättern eine andere Bedeutung zukommt, wie bei den bisher besprochenen Pflanzen. Das erste ist nämlich das Vorblatt der Blüthe, das zweite ist das erste Perigonblatt derselben, das dritte ist das zweite Perigonblatt und das Blatt in der hinteren Nachbarschaft des Vorblattes ist das letzte Perigonblatt.

Ganz dieselben Erfahrungen machte ich bei Lilium bulbiferum, candidum und pyrenaicum mit dem Unterschiede, dass ich hier den Curvenverlauf der Blüthenanlage mit dem Spiralgange der Hauptaxe nicht so scharf ausgeprägt im Verhältnisse fand. Ausserdem sah ich, dass die letzte Blüthe (Taf. I, Fig. 10) insofern eine Abweichung zeigte, als hier das Primordium derselben zur Zeit der Anlage des Perigons nicht von vorn nach hinten zusammengedrückt war, sondern eine horizontale sanft gewölbte Fläche von ungefähr kreisförmigem Umrisse darstellte, an der die Blätter in regelmässigen Abständen erschienen, nachdem das erste Perigonblatt dem Vorblatte diametral gegenüber getreten war. Dabei war ferner die Abweichung wahrzunehmen, dass s^2 nicht vor dem Tragblatte lag, sondern diesem schräg gegenüber zwischen Vegetationskegel und Vorblatt, s^3 aber zwischen Vorblatt und Tragblatt sich befand. Diese scheinbare Anomalie, die bewirkt, dass der gewöhnliche hintumläufige Curvengang, den auch alle anderen Seitenblüthen von Lilium bulbiferum innehalten, zu einem vornumläufigen wird, ist gegen alle bisherige Erfahrung und verdient desswegen eine besondere Beachtung.

Die genauere Betrachtung der Figur 10 lässt die Erklärung für die Modification ohne Mühe erkennen. Diese letzte Blüthe befindet sich durchaus nicht unter denselben Anlagebedingungen, wie die bisher erörterten, denn der Vegetationskegel dient in ganz anderer Weise als Contaktorgan, wie sonst. Er wird von dem Blüthenprimordium überragt, kann also nicht mehr auf die ganze Ausdehnung hin in der

*) In der Figur ist es mit der Nadel zurückgebrochen.

Weise den Druck ausüben, wie sonst die Axe. Das Tragblatt umspannt auch nicht den ganzen Körper, sondern nimmt nur einen relativ geringen Theil des Umfanges ein. Die Stellen geringsten Druckes befinden sich zwischen beiden und hier treten in der That die ersten Blätter auf. Das nächste fällt zwischen das relativ ältere und den Vegetationskegel, das jüngste zwischen das erste Blatt und das Tragblatt an Stellen, welche die grössten Lücken zwischen den vorhandenen Organen bieten.

Eine ganz eigenthümlicheAbwandlung in der Entstehung der Inflorescenz liegt bei Scilla Sibirica vor. Der Blüthenstand ist 2- oder einblüthig, wobei man nicht selten noch Andeutung von sterilen Hochblättern, die keine Blüthen hervorgebracht haben, bemerkt. Von der Blüthezeit der Pflanze, die zu den ersten Frühlingsgewächsen gehört, bis über die Mitte des Monats Mai entwickelt die Zwiebel, welche für das nächste Jahr bestimmt ist, nur Blätter an dem im Querschnitte kreisförmigen Vegetationskegel; sie erscheinen in spiraliger Folge. In den letzten Tagen desselben Monats sah ich in sofern eine Veränderung, als der obere Rand der Blätter sich zu verdicken anfing und dass der Vegetationskegel sich mehr als bis dahin emporhob. Zugleich trat eine sichtliche Weitung des ganzen Körpers ein. An der Basis desselben erschien in der Achsel des letzten Blattes ein neuer flach an den Kegel angedrückter Spross, der dem vorhandenen Raume entsprechend von vorn nach hinten zusammengepresst war. Das erste Blatt, welches bei ihm auftrat, lag dem Tragblatte diametral gegenüber (Taf. I, Fig. 12). Die meisten Blüthenstände sind zweiblüthig. Der Vegetationskegel, welcher für sie vorbereitet wird, streckt sich etwas, so dass er elliptischen Querschnitt annimmt (Taf. I, Fig. 11), und zerfällt durch eine in der Richtung der kleinen Axe verlaufende Furche in zwei Theile. Von diesen erhebt sich der eine schneller als der andere. Der untere aber bildet die erste Blüthenanlage aus. Das Perigon wird so angelegt, dass zunächst zwei hintere Blätter erscheinen, denen ein vorderes später folgt. Auch hier tritt das eine hintere Blatt früher auf als das andere, ich konnte aber eine bestimmte Beziehung zum Tragblatte nicht ganz sicher ermitteln, doch schien mir das nach der Hauptaxe zu gestellte früher aufzutreten. Nicht minder fällt bis zu dem Punkte, wo das vordere dritte Blatt erscheint, der Vegetationskegel nach dem Tragblatte zu steil ab und hebt sich erst, wenn der II. Perigonkreis simultan entsteht. Für diese erste Blüthe nimmt nun das zweite Blüthenprimordium dieselbe Bedeutung ein, wie die Hauptaxe der Inflorescenz bei den früher behandelten Pflanzen. Ich werde diese Körper, an welche sich die Blüthen anstemmen, mit dem Namen Contaktkörper belegen. Die Ausgliederung der zwei ersten Blätter, welche in

der Weise vor sich geht, wie wir sie bis jetzt ausschliesslich beobachtet haben, ist wieder normal zum Tragblatte.

Fassen wir nun die zweite Blüthe ins Auge, so geht die Entwicklung derselben im gleichen Modus vor sich. Auch hier treten zunächst zwei hintere Blätter hervor, dann ein vorderes. In Taf. I, Fig. 12 habe ich einen Blüthenstand abgezeichnet, bei welchem an beiden Blüthen die 3 Perigonblätter bereits vollkommen entwickelt sind und einen Verschluss der Blüthe gebildet haben, durch den man die inneren Perigonblätter schimmern sieht. An ihm beobachten wir, dass die beiden ersten Perigonblätter eine feste Lage zu einander haben. Die Blüthen kehren sich gegenseitig den Rücken zu, dabei berühren sich die beiden grössten Perigonblätter und die beiden kleinsten sind von einander abgewendet. Die Anlage ist so erfolgt, dass auch bei der zweiten Blüthe die beiden Primärblätter normal zu dem Tragblatte sich ausbildeten und zwar so, dass die erste nun schon mehr herangewachsene den Contaktkörper für die zweite bildete. Die beiden Blüthen der Inflorescenz stehen also unter dem Einflusse des Wechselcontaktes: für die erste ist die Anlage der zweiten höher gelegenen der Contaktkörper und die erste weiter entwickelte Blüthe dient als Contaktkörper für die zweite obere.

Die Knospe, welche an der Basis der ersten Blüthe erscheint, dürfte nicht immer zu einer neuen Zwiebel sich entwickeln. Ich habe in Taf. I, Fig. 12 ein solches Achselprodukt *k* des höchsten Laubblattes abgezeichnet, welches ganz das Aussehen hat, als ob es nach Anlage seiner ersten zwei Blätter sich anschickt, einen Blüthenstand zu bilden. In der Achsel seines ersten dorsalen Blattes ist auch noch ein neuer Vegetationskegel angelegt, der ebenfalls ein erstes dorsales Blatt erzeugt hat. Da nun hier der ursprüngliche Vegetationskegel in eine Inflorescenz ausläuft, der in der Achsel des letzten Blattes entstandene wieder einen Blüthenstand bildet und da in der Achsel seines adossierten Vorblattes eine neue Knospe erscheint, so kann man diesen Sprossverband als einen fächelartigen betrachten.

Wenn nur eine einzige Blüthe die Inflorescenz ausmacht, so nimmt dieselbe höchst wahrscheinlich den ganzen Scheitel des Sprosses in Anspruch. Ich habe zwar die erste Anlage der Blüthe nicht verfolgt, aber doch genügend junge Stadien vor Augen gehabt, um mit gutem Grunde diese Vermuthung aussprechen zu dürfen; ein Axenende ist nicht wahrzunehmen. Bei den Inflorescenzen, die ich zu schildern versucht habe, kann man eine eindeutige theoretische Auffassung nicht geben. Die Parzellierung in zwei Primordien, wobei jedes mit einem Tragblatte versehen ist, lässt zunächst die Meinung zu, dass der Vegetationskegel dichotomiert ist, dann würden beide Blüthen den Werth

von Lateralstrahlen haben. Man könnte sich aber auch denken, dass das erste Blüthenprimordium ein lateraler Körper wäre, während der zweite die Spitze des Sprosses darstellte, dann würde das Blüthenpärchen gemischter Natur sein; vielleicht könnte man auch beide für gipfelständig ansehen. Dann wäre es auch erlaubt sich vorzustellen, dass die erste Blüthe die Axe abschlösse und dass die höhere Blüthe eine Axe zweiten Grades repräsentierte, die aus der Achsel des höheren Blattes entspränge. Wir würden somit einen Vertreter cymöser Verzweigung darin sehen. Diese Inflorescenz ist also durchaus vieldeutig und nach den gewöhnlichen Schematen nicht zu rubrizieren.

Vorblätter sind bei dieser Pflanze gewöhnlich nicht entwickelt. Ich kann aber nicht mit Stillschweigen übergehen, dass zuweilen nach der vollkommenen Ausgliederung der 3 Perigonblätter an der Basis des ersten grössten Perigonblattes ein kleines Blattrudiment hervortritt (Taf. I, Fig. 12), das ich auch gelegentlich bei Galtonia candicans gesehen habe. Da es später erscheint als die Perigonabschnitte und ausserhalb jeder Beziehung zu denselben ganz am Grunde des bereits hoch emporgehobenen Blüthenkörpers steht; so kann es auf die Stellung der Perigonblätter den Einfluss nicht ausüben, den ich bei Lilium und Scilla Italica constatierte. Wenn es also bei S. Sibirica später an der blühenden Pflanze bemerkt wird, so muss das Perigon eine auffallende Abweichung von der Stellung zeigen, die bei dem Vorhandensein eines Vorblattes zu erwarten wäre. Die Verspätung in der Anlage giebt für diese scheinbare Anomalie den Schlüssel zur Lösung in die Hand. Von Galtonia habe ich eine Blüthe notiert, bei der es sich unter dem kleinen hinteren Blatte befand. Auch in diesem Falle liegt natürlich die vermuthete Stellung, die bei Anwesenheit eines Vorblattes eintreten soll, nicht vor, da das dritte oder kleinste Blatt nach vorn gekehrt ist, während es der Theorie nach seitlich stehen sollte, ein Ort, an dem sich das zweite Blatt befindet.

Aus dieser Erfahrung geht also hervor, dass man an den Pflanzen, deren Blüthen Vorblätter entwickeln, constatieren muss, ob dieselben wirklich mit in den Blüthenbau hineingehören, insofern als sie durch ihr frühes Auftreten die Stellung der Perigonblätter verändern, oder ob sie Phyllome sind, die ausserhalb des Contaktes nach der Anlage des Perigons accessorisch erscheinen und die gewöhnliche Stellung der ersten Blätter desselben normal zum Tragblatte nicht beeinträchtigen.

Die Entwicklung des Blüthenstandes von Colchicum kann füglich nach den Erfahrungen, die wir an Scilla Sibirica gemacht haben, hier ausgeschlossen werden. Meine Untersuchungen erstreckten sich auf C. autumnale, lingulatum, Steveni und Byzantinum.

Ich will mich hier hauptsächlich an die erste Pflanze halten. Bei allen Arten werden zwei blüthentragende Knollenzwiebeln oder eine solche und eine sterile von einer braunrothen in Verrottung begriffenen Hülle eingeschlossen. Untersucht man die einzelnen Stöcke in der Mitte des Monats Mai, so findet man an jedem einen Schopf von 4—5 Laubblättern, die einen Fruchtstand umhüllen, welcher aus 3—5 Früchten zusammengesetzt wird; nur bei der einzeln blühenden Art C. Steveni ist blos eine Frucht vorhanden. Die Manschette der Laubblätter ist dabei von den Früchten abgerückt; eine Beziehung zwischen der Zahl der Blätter und der der Kapseln findet nicht statt, auch kann man die Blätter nicht als Deckblätter für bestimmte Kapseln recognoscieren; nur das oberste steht so, dass man geneigt sein könnte, dasselbe für ein Tragblatt der einen Frucht anzusehen. Nimmt man das äusserste Laubblatt ab, so findet man einen fleischigen rhomboidalen, an beiden Enden gerundeten Zwiebelkörper, welcher die Hauptmasse des Stockes bildet Taf. I, Fig. 17. Er ist an der Basis mit einer plumpen spornförmigen Verlängerung versehen, in deren Mitte sich eine Grube befindet, welche von der inneren Epidermis der Laubblattscheide wie von einem weissen Schleier überzogen wird. In der Grube liegt die kleine etwa 2 mm lange Knospe, die mit schiefer Basis dem Zwiebelkörper aufgesetzt ist *Kn*. Nimmt man das zweite Blatt weg, so tritt in seiner Achsel ein zweites ähnliches, aber viel kleineres Gebilde entgegen. Der höheren Insertion seines Tragblattes entsprechend steht es oberhalb des ersten Körpers, von dem es auf beiden Seiten umfasst wird. Auch sein unterer Theil ist ein wenig spornförmig verlängert und hier liegt wieder über dem Ende des Spornes in einer entsprechenden Vertiefung eine zweite Knospe Kn^1. Das erste Blatt, welches jede der Knospen zu äusserst umhüllt, liegt nach hinten zu, das zweite befindet sich vorn, die folgenden schliessen spiral an. Solcher Blätter sind bei C. autumnale gewöhnlich 5 vorhanden. Nachdem sie erschienen sind, streckt sich der Vegetationskegel in einer Richtung, die etwa durch die Mediane von f^4 geht. Er wird elliptisch und zerfällt durch eine senkrecht auf der langen Axe stehende Furchung in 2 Theile (Taf. I, Fig. 13). Der eine von diesen, der etwas kleiner ist als der andere, erzeugt unter dem Contakte mit ihm 2 zu f^4 normal angelegte Perigonabschnitte, dem ein dritter randlich an f^4 anstossender folgt (Taf. I, Fig. 14 fl^1). Das übrig bleibende Stück bringt unmittelbar keine Blüthe hervor, sondern zerfällt zuvörderst in 2 Portionen durch eine zur ersten geneigt gestellte zweite Furchung (*R* in Taf. I, Fig. 15). Ehe sich aber diese Sonderung vollzieht gliedert sich an dieser grösseren Parzelle ein schmaler Wall aus, der etwa in den Raum der grösseren Divergenz zwischen f^4 und f^5 fällt (Taf. I, Fig. 14 f^6). Ich konnte dabei indess nicht die Überzeugung

gewinnen, dass der Divergenzwinkel genau inne gehalten wurde. Die letzterwähnte Neubildung ist wiederum eine Laubblattanlage. Die auf f^5 zu gelegene durch die schiefe Furchung abgesonderte Parzelle wird von dem Blatte gerade so umspannt, wie wir dies bei den gewöhnlichen Tragblättern wahrnehmen.

Das Blüthenprimordium fl^2 bringt normal zu dem Blatte f^5 als Deckblatt zwei Perigonabschnitte hervor, indem das Mittelstück des ganzen Systems als Contaktkörper fungiert. Die beiden vorhandenen Blüthen rücken auseinander, wie Taf. I, Fig. 16 zeigt. Durch diese Weitung bekommt das Mittelprimordium Raum, um sich zu vergrössern, dabei zerfällt es, nachdem noch ein Blatt f^7 erschienen ist, durch eine auf der Längsaxe senkrechte Furche in die Blüthen fl^3 und fl^4, die wieder unter Wechselcontakt je zwei hintere und ein vorderes Perigonblatt anlegen. Diese Art der Entstehung der Blüthen erklärt die auch an den Früchten wahrzunehmende Stellung in Kreuzform. An C. lingulatum kommen noch mehr als 4 Blüthen vor. Wie dieselben sich zu den bereits vorhandenen Blüthen arrangieren, oder ob in dem Falle überhaupt eine andere Entwicklung eingehalten wird, müssen spätere Untersuchungen klarstellen, ich habe leider verabsäumt, die weiteren Verhältnisse zu prüfen. Bei C. Steveni, das nur eine Blüthe entwickelt, liegen die 3 äusseren Perigonblätter derart, dass zwei auf das ältere Blatt, eins auf das letzte Laubblatt zugekehrt sind. Hiernach functioniert das letztere, wenn es gestattet ist die bisherigen Verhältnisse in Vergleich zu ziehen, als Tragblatt, unter der Voraussetzung, dass man bei dieser echten Gipfelblüthe von einem Tragblatte sprechen darf. Ein steriles Axenende ist nicht zu constatieren.

Wie die Betrachtung der Fig. 16 zeigt, hängen alle Blüthen auf das engste mit einander zusammen, so dass man ohne Verletzung der übrigen keine aus dem Verbande zu lösen vermag. Auch noch zur Zeit der Fruchtbildung ist diese Vereinigung vorhanden, denn sonst könnten die Kapseln nicht über die Blattmanschette gehoben sein. Die Inflorescenz dürfte sich am ersten in den Rahmen der vorhandenen Schemata einfügen lassen, wenn wir sie als Traube auffassen. Indess gilt doch auch hier dasselbe, was ich bei Scilla Sibirica gesagt habe, ohne Weiteres schliesst sie sich wegen der eigenthümlichen Parzellierung des Vegetationskegels an keine der gewöhnlichen Formen an.

Zum Schlusse will ich nun noch kurz auf die Veränderungen eingehen, welche die verschiedenen Phyllomanlagen später erfahren.

Die Entwicklungsgeschichte ist im Stande, sehr genauen Aufschluss über den ganzen morphologischen Aufbau von Colchicum autumnale

zu geben.*) Halten wir uns zunächst an die Knospe, welche bestimmt ist, die Blüthen im nächsten Jahre zu erzeugen, so finden wir sie in der Achsel des ersten Laubblattes bereits in der Zeit, wo die diesjährigen Herbstblüthen entwickelt werden. Zur Blüthezeit selbst befindet sich dieses Knöspchen an der Basis des einzigen einigermassen entwickelten Internodiums. Dieses selbst hat die Form eines in der Mitte zweispitzigen Frauengürtels oder eines Armbandes, das auf der Vorderseite am breitesten ist und sich nach hinten zu stark verjüngt. (Taf. I, Fig. 18). An der Stelle, wo die Knospe Kn. sitzt, ist die Höhe des Internodiums am grössten; die niedrigste Stelle liegt aber nicht auf der diametral gegenüber befindlichen Seite, sondern ist von jener um etwa $\frac{7,5}{20}$ des Stammumfanges rechts oder links entfernt. Diesem Curvenverlaufe entspricht selbstredend die Insertionslinie des zweiten Blattes, an dessen tiefster Stelle der Sitz der zweiten Knospe (Fig. 18^a *Kn*) sich befindet. Sie reitet also gerade so, wie ich es an den älteren Knollen gezeigt habe, schon jetzt seitlich auf dem darunterliegenden Axenstück. Wenn dann das letztere zur Knolle sich entwickelt, umfasst es die obere, wobei wahrscheinlich eine Divergenzänderung stattfindet, denn ich ermittelte den Winkelabstand der unteren Knospe von der oberen zu c. 110°. Ausserhalb des ersten Laubblattes, dieses umhüllend sehen wir noch zwei Blattorgane, nämlich ein langes, röhrenförmig geschlossenes, schief gestutztes Scheidenblatt ohne Spreite und ein sehr kurzes äusserstes, meist schon mehr oder weniger verrottetes Blatt an der Basis des blühenden Sprosses. Im Sommer ist es noch gut erhalten und stellt einen weissen Körper dar von Röhrenform, dessen Öffnung nach vorn zu abgestutzt ist, so dass die höchste Stelle hinten liegt. Dies ist das erste Blatt des ganzen Systemes: es erscheint kurz nach dem Auftreten des Vegetationskegels im Frühjahre und hüllt diesen so vollkommen ein, dass man nur schwer einen Längsschlitz auf dem Scheitel der Knospe wahrnimmt. Der Bau der zweiten Knospe ist ganz analog. Wir sind jetzt im Stande, die sämmtlichen Blätter, deren Erscheinung oben bemerkt wurde, mit den am blühenden Sprosse zu beobachtenden in Übereinstimmung zu bringen: f^1 ist das kleine Scheidenblatt, f^2 ist das grosse röhrenförmige Scheidenblatt, f^3—f^6 sind grosse Laubblätter, f^7 ist ein in der Regel nicht entwickeltes, sondern an den Blüthenbasen sitzendes Blattrudiment. Die grössere Knolle selbst ist das Internodium zwischen dem I. u. II. Laubblatte. Man bemerkt an ihr noch eine eigenthümliche obere dünne

*) Vergl. auch Irmisch, Zur Morphologie der monocotylischen Knollen- und Zwiebelgewächse, Berlin 1850, wo der Verfasser eine wahrhaft mustergültige Schilderung des vegetativen Aufbaues von Colchicum giebt.

concave Verlängerung. Diese ist nichts anderes als die bereits in der blühenden Knolle erwähnte Spitze des geschwollenen Internodiums, welche sich weiter vergrössert und die zwischen dem Frühlingstriebe der Blätter und Früchte und dem Herbsttriebe zusammengepresst wird. Die Knollenschalen endlich sind die gebräunten und scariös gewordenen Basen des ersten und zweiten Laubblattes. So sehen wir also an einer Knolle von Colchicum, wie schon Irmisch scharfsichtig erkannt hat, die Organe von 3 Generationen vereinigt. Die äusseren Blätter gehören der ersten Generation an, die Knollen sammt den Blüthensprossen der zweiten, die Knospen in der Achsel der noch nicht ausgetriebenen Laubblätter der dritten.

Wie ich erwähnte, kommen bei C. Byzantinum mehrere, bis 8 Blüthen vor; auch an C. autumnale konnte ich in der Mitte der kreuzständigen noch eine kleine nicht entwickelte Blüthe zuweilen nachweisen. Der reicheren Inflorescenz gewissermassen entsprechend fand ich bei der ersterwähnten Art neben den 5 Laubblättern zuweilen noch ein sechstes grösseres zwischen den Blüthen und wohl auch noch ein siebentes kleines Blatt, das aber nicht zum Austrieb zu gelangen scheint.

An die Entwicklung der Sprosse, Blüthenstände und Blüthen der reichblüthigen Colchicum-Arten schliesst sich die Gattung Bulbocodium an, wie ich mich durch allerdings nicht sehr eingehende Untersuchungen zu überzeugen Gelegenheit nahm. Mit Colchicum Steveni wiederum bietet die Ausbildung der Organe von Erythronium manche übereinstimmende Momente. Eine genauere Analyse, welche besonders auf die Zahl und Lage der Blätter Bezug nimmt, würde für die letzterwähnte Gattung sehr erwünscht sein; für Bulbocodium hat, wenigstens was die bei Loupenvergrösserung wahrnehmbaren Verhältnisse anbetrifft, Irmisch sehr schätzenswerthe Beobachtungen mitgetheilt.

b. Die Blüthen der Cyperaceen.

Ich schliesse an die racemösen Liliaceen die Cyperaceen desswegen an, weil auch bei den typischen Formen, die ich zunächst betrachten will, der reine botrytische Aufbau der Inflorescenzen mit ganz entsprechenden Contaktverhältnissen herrscht. Auf der anderen Seite liegen aber wiederum Abweichungen in der Natur der Blüthenorgane vor, die uns bald einen tieferen und wie ich glaube interessanten Einblick in die Bildungsgeschichte der Monocotylenblüthe verschaffen.

Die Cyperaceenblüthen sind zu wiederholten Malen Gegenstand ontogenetischer Studien gewesen, besonders ist die Carexblüthe aus theoretischen Gründen mehrfach in ihrem Aufbaue verfolgt worden.

Ich führe an diesem Orte nur die Untersuchungen von Payer*) und Caruel**) über diesen Gegenstand an; für eine andere Gruppe die Hypolytreen, die uns zunächst nicht beschäftigen sollen, sind die sehr guten Beobachtungen Goebel's***) von hervorragender Bedeutung.

Ehe ich zur Darstellung meiner Beobachtungen über den Aufbau der Carexblüthe übergehe, will ich die Vorgänge verfolgen, welche man bei der Entwicklung der Blüthe von Scirpus maritimus L. wahrnimmt. In der Zeit, da die ersten Halme der Pflanze sich zeigen, wird man von den Blättern umschlossen die jungen Blüthenstände finden, welche alle Zustände bieten, sofern die untersten Blüthen bereits alle Organe besitzen. Jeder Specialblüthenstand bildet eine Ähre, in der sämmtliche Glieder einen lückenlosen Contakt zeigen. Die Tragblätter der Blüthen entstehen in spiraler Folge (Taf. I, Fig. 21) u. zw. sind die Insertionsbögen derselben so gross, dass ein Blatt, welches mit f^0 bezeichnet werden soll, als berührende Oberblätter die mit f^3 und f^5 zu beziffernden hat. Liegt ein Spiralsystem vor, bei dem die Einerzeile rechtswendig aufsteigt, so muss in diesem Falle, wie ich oben p. 23 auseinandersetzte, das jüngste Oberblatt wiederum rechts gesucht werden.

Dem Raume zwischen Tragblatt und Axe entsprechend erscheint das Blüthenprimordium in Gestalt eines von vorn nach hinten zusammengedrückten, ziemlich flachen niedrigen Körpers (Taf. I, Fig. 19), der mit zunehmendem Alter sich zu einem transversal gedehnten, im Querschnitte elliptischen Gebilde entwickelt, in dessen langer Axe u. zw. an dem Ende derselben zwei Primärblätter succedan auftreten. Das erste derselben erscheint wiederum auf der Seite des jüngeren Oberblattes, das zweite diametral gegenüberliegend, also um 180° divergierend. Man kann diese Vorgänge an Fig. 19 unter Zuhilfenahme von Fig. 20 deutlich verfolgen. Jetzt muss im Blattachselgrunde eine Dehnung in radialer Richtung erfolgen, was daraus hervorgeht, dass das Primordium eine dreiseitige Form annimmt, und nun erscheint, regelmässig später als die beiden Primärblätter, ein vorderes an das Tragblatt anstossendes Organ gleicher Natur. Construieren wir uns wiederum die Verbindungscurve der ersten drei Blätter, welche sich später zu Staubgefässen entwickeln, gehen wir also von Blatt eins zu zwei und drei, ohne über eins der vorhandenen Organe hinwegzuschreiten, so ist die Richtung derselben hintumläufig; dabei ist der Curvengang zu demjenigen Verlaufe, welchen die Einerzeile am Inflorescenzsprosse

*) Payer Organogénie de la fleur, t. 147. 698.
**) Caruel in Ann. des sc. nat. V. sér. VII (1867) t. 8. 104.
***) Goebel in Journ. jard. Buitenzorg VII. 120.

innehält, gegenläufig: eine Erfahrung, die mit der allgemeinen Betrachtung, welche ich oben über diese Beziehungen entwickelt habe, übereinstimmt.

Bei den Blüthen der racemösen Liliaceen haben wir die weiteren Untersuchungen über den Aufbau der Blüthe nur flüchtig berührt, ich will hier darauf aufmerksam machen, dass bei jenen durch ein vorderes gefördertes Wachsthum der innere Blüthenboden bald eine horizontale Fläche darstellt, auf dessen äussersten Rändern im Contakte mit den vorhandenen 3 äusseren Blättern simultan 3 innere erscheinen. Anders ist der Sachverhalt an Scirpus maritimus. Bei dieser Pflanze erhebt sich der ganze Scheitel der Blüthe, so dass er die Primäranlagen weit überragt. Es bildet sich um das Centrum desselben eine eigenthümliche Wulst aus, es entsteht ein Kragen, an dem wiederum im Contakte mit der Axe und dem Tragblatte zwei hintere seitliche Lappen ausgegliedert werden, denen in der Regel ein vorderer mit verspäteter Anlagezeit folgt. Diese 3 Organe strecken sich bald in die Länge, die benachbarten Staubgefässe wachsen nun stärker und berühren sie in kurzer Zeit, endlich überragen sie jene sogar, so dass man, wenn nicht genügend jugendliche Zustände befragt werden, leicht zu der Überzeugung kommen könnte, dass sie die Contaktkörper für die inneren Organe wären.

Diejenigen Körper, welche in zweiter Reihe gleichsinnig mit den Staubgefässen gerichtet erzeugt werden, sind die Narbenstrahlen des Stempels: der Scheitel des Vegetationskegels, welcher von ihnen umschlossen wird, liefert die einzige central gestellte Samenanlage, die für die ganze Familie eigenthümlich ist.

Die Entwicklung der Blüthe von Eriophorum polystachyum L. schliesst sich nach meinen Erfahrungen durchaus an die von Scirpus maritimus an und weicht in keiner Hinsicht von der schönen Darstellung ab, die uns Payer*) darüber mitgetheilt hat.

Wie die Gattung Cyperus in zwei grosse Gruppen getheilt wird, je nachdem die Griffel mit 2 Narbenstrahlen (Pycreus) oder mit 3 derselben (Eucyperus) versehen sind, so giebt es auch bei Scirpus Arten mit 3, andere nur mit zwei Narbenästen. Es war nun von Interesse zu beobachten, ob sich diese Differenz auf gewisse Vorgänge, die bei der Entwicklung der Blüthe statt haben, zurückführen liess. Ich untersuchte zu diesem Behufe Scirpus Tabernaemontani Gmel. und S. lacustris L., beide Arten so nahe mit einander verwandt, dass sie von Fries, G. F. W. Meyer und Anderen für eine Art angesehen worden sind und hauptsächlich nur dadurch verschieden,

*) Payer Organogénie de la fleur t. 147. Fig. 28—35.

dass die erstere durch zwei, die letztere durch drei Narbenstrahlen ausgezeichnet ist. Der Aufbau der Blüthen beider Arten war bis zu der Anlage der zwei ersten Narbenstrahlen bei beiden vollkommen unter sich und mit dem der Blüthen von Scirpus maritimus gleichgehend. Die Ausgliederung des dritten Strahles am Stempel von Scirpus lacustris verspätete sich in recht auffallender Weise, lange Zeit erwies sich der vordere Narbenast als der sichtlich kürzere. Bei Scirpus Tabernaemontani überfasste das Tragblatt der Blüthe die Stelle, wo der dritte Ast entstehen musste, sehr eng; die Lücke zwischen den beiden seitlichen war auf der Vorderseite sichtlich weiter als auf der rückwärts gelegenen, in der Regel trat an dieser Stelle ein Narbenast überhaupt nicht auf; zuweilen konnte ich aber ganz deutlich ein sehr kurzes Spitzchen nachweisen, das in der vorderen Bucht hervorbrach.

Meine Untersuchungen haben sich auf eine so grosse Anzahl von Blüthen beider Arten erstreckt, dass ich mit vollster Sicherheit behaupten kann, wenn nur zwei Narbenäste bei Scirpus vorhanden sind, so fehlt der vordere. Einige Beobachtungen, die ich an der Gattung Cyperus, Section Pycreus gemacht habe, ergaben an weiter entwickelten Blüthen dasselbe Resultat. Ich habe oben bemerkt, dass die Anlage des vorderen Narbenstrahles bei allen von mir untersuchten Cyperaceen mit 3 Ästen verzögert wird und dass derselbe oft längere Zeit kürzer bleibt. Erinnern wir uns nun, dass nach den früheren Auseinandersetzungen in der Mediane des Tragblattes mit grosser Wahrscheinlichkeit die Ebene des Druckmaximums auf das Blüthenprimordium liegt, und dass zur Zeit der Bildung der Narbenstrahlen der Contakt zwischen Axe, Stempelprimordium und Tragblatt gewahrt ist: so wird der Schluss, dass die Verzögerung resp. die Unterdrückung des vorderen Narbenstrahles mit diesem Druckmaximum in causale Beziehung gesetzt werden könnte, einen ziemlichen Grad von Wahrscheinlichkeit in Anspruch nehmen dürfen.

Falls sich bei den Cyperaceen um die Blüthen borstenförmige Organcomplexe als Hüllen entwickeln, so erscheinen die ersten Elemente wiederum an den Stellen, welche ich als diejenigen angesehen habe, die dem geringsten Drucke unterworfen sind; sie treten zuerst an den äussersten Polen des elliptischen Querschnittes am Blüthenboden auf und schreiten medianopetal, wenn ich mich so ausdrücken darf, also symmetrisch zu der Ebene des Druckmaximums auf dieses zugehend, vor. Ontogenetisch können diese Dinge auf den Charakter von Perigonblättern, die etwa vielfach dedoubliert seien, keinen Anspruch machen, mechanisch ist aber die Vorstellung einer Ergänzung solcher Perigonblätter als zwei typische Kreise nicht denkbar. Diese

Körper sind intercalare Einschaltungen ausserhalb des Staminalkreises, die, solange der Blüthenboden noch in meristematischem Zustande verbleibt und Neubildungen hervorbringen kann, überall dort auftreten, wo durch radiale Dehnungen Platz für sie geschaffen wird. Ist der Raum sehr knapp, so entstehen wenige einzählig auf jedem Radius, der im Blüthenboden durch sie gezogen wird, entsteht eine grössere Fläche ähnlich dem Rande einer Schüssel wie bei Eriophorum, so bilden sich viele von aussen nach innen absteigend, in einer Folge, welche den vor sich gehenden Dehnungsprocessen entspricht.

Von der Gattung Carex habe ich eine grosse Anzahl Arten mit 2 und 3 Griffeln nach der Entwicklungsgeschichte der Blüthe untersucht. Auch hier sind die Verhältnisse zwischen Ober- und Unterblatt dieselben, f^0 steht im Contakte mit f^3 und f^5. Bezüglich der Anlage der ersten Blattorgane herrscht eine Mannigfaltigkeit insofern, als die Blüthen zweigeschlechtig sind. Allen männlichen Blüthen ist gemein, dass zuerst die beiden hinteren Staubgefässe im Contakte mit der Axe normal zum Tragblatte sich hervorwölben, während das Tragblatt wie ein gespanntes Band die Stirnseite des Blüthenprimordiums umgiebt und übergreift. Das vordere Staubgefäss tritt erst später auf.

Die weiblichen Blüthen haben nicht den gleichen Entfaltungsmodus. Bei Carex hirta L., alba L., acutiformis Ehrh., riparia L. und nach Payer bei C. Schreberi Schrk. (besser C. praecox Schreb.) entstehen ganz sicher zuerst an dem Produkte aus der Achsel des Tragblattes zwei Primordialblätter, die im Contakte mit dem Axenkörper normal zu dem Tragblatte stehen (Taf. I, Fig. 22). Andererseits konnte ich wie Caruel**) an dem sichtlich höheren Primordium von C. pendula Huds. ebenso bestimmt feststellen, dass ein einziger Ringwall ausser Contakt der Axe angelegt wird.

Den weiteren Verlauf der Entwicklung einer weiblichen Blüthe konnte ich an mehreren Arten lückenlos verfolgen. In Taf. I, Fig. 23—26 habe ich C. riparia als Beispiel gewählt, die Aufnahmen von C. hirta und C. praecox Schreb. gaben mir aber ganz ähnliche Resultate. In Fig. 23 sieht man, wie an der Basis des conischen Achselproduktes, welches von vorn nach hinten zusammengedrückt ist, eine kreisförmige Stelle sich abhebt. Das Höckerchen wächst sehr schnell heran und bildet sich zu einem transversal gestreckten Körper um, an dem seitlich zwei kleine Blattzipfel unterhalb des Vegetationspunktes erscheinen (Fig. 25). Ein noch späteres Stadium ist in Fig. 26 wiedergegeben. Diese Zeichnung unterscheidet sich von den vorigen dadurch, dass das Objekt um 180° gedreht ist. Das in Fig. 23—25 nach hinten gelegene

*) Payer Organogénie t. 147. Fig. 28—35. **) Caruel l. c.

Körperchen *Ck* ist hier auf den Beschauer zugewendet. Wir erkennen, dass an dem aus dem Achselprodukte hervorgetretenen Gebilde noch ein dritter von *Ck* abgewendeter Körper sich entwickelt hat. An einem so weit herangewachsenen Sprosssysteme kann man die einzelnen Organe bereits klar unterscheiden. Die beiden Primordialblätter schliessen nach dem Tragblatte zu bald zusammen und bilden den Utriculus. Der aus dem Achselprodukte hervorspriessende Körper ist das Blüthenprimordium, sein Träger aber das bei sehr vielen Carex-Arten auch später noch nachweisbare Axenende. Das Primordium bildet wie bei Scirpus zwei seitliche und ein vorderes Phyllom aus, die drei Narbenstrahlen, wobei der Utriculus als Tragblatt, das Axenrudiment als Contaktkörper *Ck* fungieren.

Das Axenende *Ck* liegt später tief im Grunde des Utriculus; nachdem die Karpiden erschienen sind, wird es von diesem eng umfasst und gegen die weibliche Blüthe gedrückt. Gelingt es ihm, sich aus der Umarmung frei zu machen, was gelegentlich vorkommt, so erzeugt es Blätter, die sogar in den Achseln Blüthen tragen können. Bei Elyna spicata Schrad. (E. scirpina Pax), wo der Verschluss nicht erfolgt, wächst das Axenende regelmässig aus und entwickelt gewöhnlich eine männliche Blüthe aus der Achsel eines Tragblattes.

Wie schon Caruel angegeben hat, ist diese Axenspitze regelmässig, wenn auch zuweilen recht schwer nachweisbar; auch ich habe sie an allen von mir untersuchten Carex-Arten gefunden und bin der Ansicht, dass sie für die beobachtete Stellung der Karpiden als Contaktkörper unbedingt vorhanden sein muss. Döll hat aber in der Flora von Baden angegeben, dass bei Carex silvatica L. und distans L., vielleicht auch bei C. hirta und microglochin Wlbg. eine entgegengesetzte Orientierung der Karpiden vorläge: während gewöhnlich, wie ich oben entwickelt habe, die unpaare Kante resp. Narbe vom Tragblatte des ganzen Systems abgewendet ist, soll sie an den genannten Arten auf das letztere zugekehrt sein. Die Sache erschien mir zu wichtig, als dass ich sie nicht mit der grössten Genauigkeit hätte untersuchen sollen.

Da ich C. silvatica, wie oben erwähnt, schon nach der ersten Anlage der Primordialblätter geprüft hatte, so brauchte ich nur auf meine Aufnahmen zurückgreifen und fand, dass keine Thatsache für eine Umkehrung der Stellung sprach. Die beiden Karpiden werden auch bei dieser Art im Contakte mit dem sehr kräftigen Axenende entwickelt, sie stehen normal zu dem speciellen Tragblatte, das unpaare liegt also zum Tragblatte des ganzen Systemes nach hinten. Dasselbe Verhältniss constatierte ich für C. distans und hirta, C. microglochin habe ich nicht untersucht; da von der letzten Art indess bekannt ist, dass das Axenende in der Form einer ziemlich langen Borste den Utriculus sogar überragt, so ist es ganz sicher, dass

bei dem Vorhandensein eines Contaktkörpers die Stellung der Karpiden nicht anders wie bei den übrigen Carex-Arten sein kann. Wer die entwickelte Frucht studiert, wird nun allerdings bei C. silvatica und distans finden, dass die Angabe von Döll nicht ohne Grund gemacht worden ist; in der That sieht man hier immer, bei C. hirta weniger constant, dass der eine Narbenschenkel mit der einen Kante der Frucht in den Kiel des Tragblattes fällt (Taf. I, Fig. 27). Allerdings kann es der aufmerksamen Betrachtung nicht entgehen, dass auch der eine Schnabel des Utriculus dann regelmässig nach vorn gekehrt ist, dass also die Orientierung der ganzen Blüthe nach der Befruchtung eine Verschiebung erfahren hat, denn während der Zeit der Anthese haben die beiden Schnabeläste transversale Lage zum speciellen Tragblatte.

Aus diesem Umstande geht nun klar hervor, dass hier jene besondere Eigenthümlichkeit morphologischer Art, wie sie bei den Irideen uns unten noch weiter beschäftigen wird, nicht vorliegen kann. Die letzteren zeigen in der That einen Wechsel in der Stellung der Narbenstrahlen, wenn auch nicht der Fruchtknotenfächer auf. Selbst die Betrachtung der fertigen Früchte von C. hirta und distans muss die Annahme, dass die Äste des Griffels variabel gestellt seien, beseitigen, weil sie zu den Schnabelbacken des Utriculus normal gestellt sind. Der Irrthum Döll's ist dadurch hervorgerufen worden, dass die Frucht in das stark kielig gebaute Tragblatt des ganzen Systems hineingepresst wird. Dieses ist so widerstandsfähig, dass es die Stellung der Frucht bestimmt. Die Karyopse dieser Carex-Arten ist nämlich stark dreikantig, wobei die Narbenstrahlen auf den Kanten stehen. Der Kiel des Tragblattes verläuft median, folglich fällt er in die Mitte der vorderen Fruchtfläche. Da nun bei dem weiteren Wachsthum die Kanten der Karyopse nur dann mit dem von dem Tragblatte gebotenen Raume in Einklang kommen, wenn die Frucht eine Wendung macht, so wird auf diesem Wege die scheinbar anomale Lage der Narbenstrahlen bedingt.

Döll hat die Erklärung dieser Erscheinung ebenfalls durch eine Verschiebung zu geben versucht.*) Wenn auch dem Wortlaute nach beide Erklärungen sich zu decken scheinen, so ist doch kein Zweifel, dass zwischen ihnen ein wesentlicher Unterschied besteht.

Die Verschiebung, welche Döll voraussetzt, gehört offenbar in den Rahmen der ideologischen Beinflussung, welche eine Drehung der ganzen Blüthen statuiert, während ich ausdrücklich darauf hingewie-

*) Eichler giebt an, dass Caruel dieselbe Ansicht gehabt habe; es ist mir nicht gelungen, in seinem Aufsatze eine ähnliche Meinung zu finden.

sen habe, dass die Blüthe zur Anthese völlig normal steht und dass erst später wirkende reelle Kräfte die Drehung verursachen.

Nicht minder dürfte sich Eichler die Sache nach der Döll'schen Weise oder ähnlich erklärt haben; er erinnert aber ausserdem an die Röper'sche »Deutung«, derzufolge »möglicherweise eine Unterdrückung vorausgehender Organe im Spiele ist«; im Übrigen empfiehlt er die Angelegenheit der weiteren Beobachtung.

Nicht ohne Interesse ist die Untersuchung der Frage, welche mechanischen Bedingungen vorliegen müssten, wenn die vorausgesetzte Karpidenstellung wirklich eintreten sollte.

Zunächst dürfte das Axenende nicht entwickelt sein, da dieses als Contaktkörper die Stellung der Narbenstrahlen nach $^1/_2$ zum Tragblatte des Systems bewirkt. Das Vorhandensein des Utriculus an sich ist kein Hinderniss, nur müsste der sich stark hebende Vegetationskegel im Contakte mit der Hauptaxe bleiben, ähnlich der Erscheinung, nach welcher die Narbenschenkel von Scirpus maritimus superponiert zu den Staubgefässen entstehen. Dass diese Anschauung richtig ist, verbürgt eine interessante Missbildung an Carex gracilis Curt., welche durch Urban in dem botanischen Garten von Berlin eingeführt wurde und noch heute cultiviert wird. Sie bietet die teratologische Erscheinung, welche unter dem Namen der männlichen Blüthen mit Schläuchen bekannt ist. An Stelle normal entwickelter Blüthen in den weiblichen Ähren treten unter dem Schutze der grossen Tragblätter Blüthen auf, welche aus 2 oder 3 Staubgefässen bestehen, die von einem sehr kurzen breiten, krugförmigen, an der Spitze leicht zweilappigen Schlauche umfasst werden (Taf II, Fig. 4). Trotzdem dass also hier ein deutlicher Utriculus vorhanden ist, stehen doch zwei Staubgefässe normal zum Tragblatte, das dritte steht vorn. In einzelnen Fällen ist das letzte nicht entwickelt; an Stelle von 1—2, seltener 3 Staubgefässen finden sich auch Griffel, die frei aus dem Blüthengrunde hervortreten. Ein Axenende, das die Umkehrung der Blüthenglieder hervorbringen müsste, ist selbst in der minimalsten Andeutung nicht vorhanden. Ich habe leider die rechte Zeit, die Blüthe entwicklungsgeschichtlich zu untersuchen, verpasst; ich zweifle aber daran, dass irgend welche Verhältnisse vorliegen werden, die sich nicht von der entwickelten Blüthe aus übersehen liessen.

Wenn auch nicht unbedingt in den Rahmen meiner Untersuchungen fallend, fühle ich mich doch verpflichtet, auf die Theorie der Carexblüthe an dieser Stelle einzugehen. Für die ganze Entwicklung der Blüthenmorphologie sind gerade die Studien über dieselbe von hervorragender Bedeutung gewesen. Neuerdings sind die bisher allgemein getheilten Ansichten einer eingehenden Prüfung von Pax unterworfen

worden, und indem er meinte, die letzten Consequenzen aus jenen ziehen zu müssen, ist er zu abweichenden Resultaten gelangt. Ich habe mich denselben gegenüber ablehnend verhalten. Da aber der Ort, wo ich meine Meinung aussprach,*) eine eingehende Begründung derselben nicht gestattete, so will ich dieselbe hier nachholen.

Über die Natur der Carexblüthe sind zwei verschiedene Auffassungen geltend gemacht worden, denen sich später eine dritte zugesellte. Rob. Brown kam auf dem Wege des Vergleichs zu der Meinung, dass der Carexschlauch zwei mit einander verwachsene transversale Vorblätter der Blüthe repräsentiere. Er schöpfte seine Vorstellung hauptsächlich aus der Analogie der Grasblüthe, indem er dort in der zweispitzen und zweinervigen Palea superior die Componenten des doppelten Blattes noch klarer zu erkennen glaubte.

Kunth**) dagegen sprach auf Grund seiner ganz vorzüglichen Untersuchungen über Schoenoxiphium und die Caricinen die Meinung aus, dass der Carexschlauch das adossierte Vorblatt eines Lateralsprösschens wäre, an dem die weibliche Blüthe sich befände. Die Rhachilla unterhalb derselben stellte das Ende des aus der Achsel des Tragblattes hervorgehenden Lateralstrahles dar.

Schleiden erblickte in dem Utriculus ein dreigliedriges Perigon. Er fasste dabei die zwei an dem Primordium des Achselproductes auftretenden Körper als die hinteren, das Axenrudiment aber irrthümlicher Weise als ein vorderes Element auf. Der Irrthum, in dem sich Schleiden befand, ist längst erkannt worden, diese Theorie kann somit als anstandslos beseitigt gelten.

Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Payer's und meine an Carex praecox Schreb., C. hirta L., C. riparia L. etc. scheinen nun die Rob. Brown'sche Auffassung zu bestärken, denn in der That tritt bei diesen Arten der Schlauch in der Form zweier gesonderter, erst später zusammenschliessender Primordien auf. Dagegen ist aber zu bedenken, dass er, wie schon Caruel gezeigt hat und ich ebenfalls bestätigen kann, bei C. pendula Huds. als ein einheitlicher Ringwall erscheint. Noch mehr aber spricht der Umstand gegen die Annahme zweier seitlicher Vorblätter, dass dieses Gebilde nicht an der Axe auftritt, welche sich zur Blüthe entwickelt, sondern am Producte aus der Achsel des Tragblattes des ganzen Systemes. Das Blüthenprimordium entsteht erst später, nachdem der Schlauch bereits angelegt ist, und hat ganz die Lage eines Achselproductes aus demselben. Ich bin also entschieden der Ansicht, dass der Schlauch nur als ein Blatt zu

*) Botanisches Centralblatt XXXVIII. 859.

**) Kunth in Wiegmann's Archiv II (1835) p. 349 und in Abhandlungen der Berliner Academie 1839, p. 45.

betrachten ist, trotzdem er meistens als Doppelkörper an der Axe sich zeigt. Die Ursache, warum er in gewissen Fällen in dieser Weise entsteht, dürfte sicher darin zu erkennen sein, dass das Druckmaximum in der Mediane des Tragblattes liegt. Ganz bestimmt hebt ein starker Druck das Vermögen neue Zellen an der gedrückten Stelle zu bilden auf, wie Krabbe in seinen Untersuchungen über die Rindenspannung für das Cambium nachgewiesen hat.*) Bei den Monocotylen kommen ähnliche Erscheinungen übrigens auch in der Laubregion vor, so habe ich bei Zea, Tradescantia und einigen anderen Pflanzengattungen nachweisen können, dass das erste Blatt der sterilen Lateralstrahlen sich ebenfalls als Doppelprimordium ausgliedert.

Dem thatsächlichen Befunde entsprechend sah man in den Carexblüthen je nach ihrem Geschlechte verschiedenaxige Sprosse. Die männlichen Blüthen, die unmittelbar aus den Tragblättern der Inflorescenz hervortraten, gehörten einem um 1 niedrigeren Sprosssysteme an, als die weiblichen, welche erst an einem Achselsprosse des gleichwerthigen Tragblattes angeheftet waren. Die Rhachilla war das blinde Ende dieses Sprosses. Bis vor kurzem hat man sich mit dieser Auffassung der vorliegenden Verhältnisse begnügt. Pax hat aber derselben neuerdings widersprochen und eine Theorie entwickelt, derzufolge die Sachlage für die männlichen Blüthen complicierter ist.**)

Um die Verhältnisse genauer verfolgen zu können, müssen wir einen Augenblick die Gattung Carex verlassen und uns mit einigen anderen Gattungen beschäftigen. Als diejenige Pflanze, welche den Caricinentypus am vollkommensten und klarsten darstellt, sieht er die Elyna scirpina Pax an. Die Inflorescenz dieser Pflanze und ihrer Verwandten bildet eine terminale Ähre, welche aus spiral gestellten Deckblättern aufgebaut wird, in deren Achseln sich Blüthenpärchen befinden. Jedes Element derselben wird von einem Blatte begleitet, das untere ist weiblich, das obere, aus 2—3 Staubgefässen zusammengesetzt, ist männlich. Man hatte allgemein die Vorstellung, die auch Eichler in seinen Blüthendiagrammen vertrat und schematisch durch eine Zeichnung deutlich machte, dass die beiden Blüthen einander völlig gleichwerthig wären, dass beide als Seitenblüthen an einer gemeinschaftlichen Axe angesehen werden müssten und dass das Blatt, welches die obere Blüthe stützte, als deren Deckblatt zu betrachten wäre.

Anders stellt sich Pax die Sache vor. Er erkennt allerdings in der unteren weiblichen Blüthe eine Seitenblüthe, die männliche obere

*) Krabbe in Abhandl. der Akad. Berlin 1884.

**) Pax in Engler's Jahrbüchern VII. 292, in Engler Natürl. Pflanzenfamilien.

ist für ihn aber eine terminale, das bei ihr befindliche Blatt ist ein steriles Zwischenblatt. Er meint: »die Auffassung steht im Einklange mit der constatierten Thatsache, dass zwischen die fertilen Schuppen und die terminale Blüthe sich bei manchen Gattungen der Cyperaceen noch sterile Schuppen (in diesem Falle eine) einschalten; durch sie erklären sich viel natürlicher die Beziehungen von Elyna zu den übrigen Caricinen, demnach verdient sie wohl den Vorzug vor derjenigen Ansicht, der zufolge man beide Blüthen als axillär betrachtet.«

Ich kann nun freilich nicht beurtheilen, ob diejenigen Gattungen, auf welche PAX bezüglich der sterilen Zwischenblätter recurriert, »in dieselbe Entwicklungsreihe« wie Elyna gehören; kann aber meine Bedenken darüber nicht unterdrücken, dass dieses Blatt, welches so zweifelsohne die Stellung eines Tragblattes hat, das in der Entwicklung der männlichen Blüthe gerade wie ein solches fungieren muss, da es das einzig vorhandene ist und ein Staubgefässpaar normal zu ihm steht, das dritte aber vorn liegt, nicht das Tragblatt der Blüthe sein soll. PAX sagt aber völlig zutreffend: die allgemein verbreitete Ansicht würde erst dann »gerechtfertigt sein, wenn man oberhalb der männlichen Blüthe das Rudiment der verkümmerten Axe entwicklungsgeschichtlich oder in gelegentlichen teratologischen Fällen durch Auswachsen jener Axe nachgewiesen hätte«.

So viel ich aber aus PAX's Arbeit erkenne, ist er dieser Forderung nicht gerecht geworden.

Ich bin der Meinung, dass die frühere Auffassung nicht eher hätte beseitigt werden sollen, als bis zweifellos die männliche Blüthe als terminal entstehend nachgewiesen worden wäre. Ist es doch bekannt, dass die Axenenden auch an den seitlichen Carexblüthen zuweilen nur ausserordentlich schwierig sub anthesi aufzufinden sind, und dass es Gramineenblüthen giebt, bei denen die Spitze der Axe überhaupt nicht mehr gezeigt werden kann, obgleich sie zur Zeit der Anlage noch deutlich ist.*)

Ich habe sehr viele Specialblüthenstände von Elyna scirpina untersucht und muss zunächst constatieren, dass die Meinung, alle seien von dem von PAX angenommenen Bau, in dieser Allgemeinheit nicht zutrifft. Die oberen jeder Ähre sind ausnahmslos rein männlich, der letzte ist rudimentär. Dies hat schon C. B. CLARKE,**) der vortreffliche Kenner dieser Gruppe, bekannt gemacht; ferner sagt der letztere »spiculae autem foemineae 1-florae sine rudimento haud raro obviae sunt«, was ich ebenfalls bestätigen kann.

*) cf. die Gramineen unten.

**) C. B. CLARKE in Journal of Linnean society XX. (1882) 377.

Indem nun Pax den von ihm angenommenen Typus auf die Carexblüthen überträgt, denkt er sich, in ihnen liege eben derselbe zu Grunde. Wenn wir also einfache weibliche Blüthen finden, so müssen wir darin eigentlich ein Elynablüthenpärchen voraussetzen, bei dem die Terminalblüthe männlichen Geschlechtes mit dem sterilen Zwischenblatt abortiert ist; bei der männlichen ist dagegen die weibliche Blüthe und ihr Tragblatt, sowie ebenfalls das Zwischenblatt in Wegfall gekommen.

Ich will, um die Verhältnisse etwas näher zu beleuchten, auf die übrigen Caricineenblüthen ein wenig näher eingehen, da ich glaube, dieselben dürften die bei Carex vorliegenden Verhältnisse noch weiter illustrieren.

Die Gattungen Uncinia, Kobresia, Hemicarex u. Schoenoxiphium stehen in einem so innigen Verbande, dass sie nach allgemeiner Ansicht nur schwer oder vielleicht gar nicht zu sondern sind. Dies klingt nicht blos aus den Arbeiten von Clarke und Pax hervor, der letztere sagt »die Grenzen der Gattungen werden immer willkürlich bleiben, vielleicht werden sie theilweise eindeutig überhaupt nicht zu bestimmen sein«, sondern wird auch daraus offenbar, dass die Monographen Böckeler, Bentham und Clarke die einzelnen Arten unter ganz verschiedenen Gattungen untergebracht haben. So finden wir Kobresia Hookeri Böcklr. bei Bentham und Hooker Genera plant. III. 1072 unter Hemicarex, eine ganze Reihe von Schoenoxiphium-Arten Clarke's u. Böckeler's sind bei Bentham ebenfalls dort untergebracht u. s. w.

Alle Merkmale sind in Wirklichkeit nicht stichhaltig. Kobresia wird gewöhnlich durch den offenen oder sehr wenig geschlossenen Utriculus charakterisiert, eine Eigenthümlichkeit, die der Carex monogyna Turcz. (die übrigens nicht einen, sondern 3 Griffel besitzt) ebenfalls zukommt. Die lange Borste, in welche die Rhachilla der C. microglochin Wahl. ausläuft, hat dieser gegenwärtig wieder das Geschick zu Theil werden lassen, dass sie zu Uncinia gestellt wird, wie schon Sprengel vorgeschlagen hat. Aber C. uncinoides Boott. vom Himalaya, C. Esenbeckiana Bcklr., C. Sprengelii Dew. und C. spartea Thbg. vom Cap besitzen ebenfalls so oft eine breite bandförmige lange Rhachilla, dass sie sogar von Böckeler in die Diagnose theilweise aufgenommen worden ist. Diese Erscheinung führt uns nun zu der Gattung Schoenoxiphium über. Sie ist dadurch ausgezeichnet, dass sich nicht selten die Rhachilla über den Utriculus erhebt und einen Zweig darstellt, der mit Blättern besetzt ist, die in ihren Achseln männliche Blüthen bergen. Eine gleiche Eigenthümlichkeit besitzt diejenige Art aus der Gattung Hemicarex, die von Bentham

und HOOKER unter dem Namen H. laxa aus der Gattung Kobresia herübergenommen wurde. Ich beobachtete an dieser Pflanze ein doppeltes Verhalten. Die Exemplare, welche NEES aus der ROYLE'schen Sammlung erhalten hatte, waren fast nur weiblich. Die Rhachilla, die ebenfalls den dünnen bis zur Mitte gespaltenen Schlauch überragte, war ausschliesslich mit weiblichen Blüthen in spiraler Stellung beladen; an den HOOKER'schen Exemplaren von Sikkim fand ich die Rhachilla auch mit männlichen Blüthen besetzt. Diese Pflanze ist somit ein echtes Schoenoxiphium. Wie sich nun Kobresia pseudo-laxa C. B. CLARKE zu der Hemicarex pseudo-laxa Bth. verhält, ob sie, wie der Autor vermuthete, nur die männliche Form jener ist, kann ich nicht entscheiden, da ich dieselbe nicht unter der Hand gehabt habe.

Die weiblichen Blüthen von Schoenoxiphium sind durchaus nicht gleich gebaut. Nur zum Theil verlängert sich die Rhachilla so weit, dass sie ausserhalb des Schlauches einen Blattcomplex mit Blüthen entwickelt. Es giebt an jeder Inflorescenz von S. lanceum K. Sch.*) auch solche weibliche Blüthen, bei denen die Rhachilla bandförmig und blattlos ist; endlich kommen Blüthen vor, die selbst unter der Loupe überhaupt keine Spur des Axenendes bei der sorgfältigsten Prüfung erkennen lassen. Gewiss ist die Verwendung eines derartig schwankenden und veränderlichen Merkmales zur Aufstellung einer Gattung recht misslich.

Dazu kommt, dass die capensischen echten Carex-Arten nicht selten ebenfalls Schoenoxiphiumährchen entwickeln: ich habe in Taf. II, Fig. 1 und 2 ein solches der C. spartea von vorn und von der Rückseite dargestellt. Aber auch C. Oahuensis C. A. MEY. von den Sandwich-Inseln zeigt dieselbe Modification nicht allzu selten. Wie soll man sich nun verhalten? Soll man wegen dieser gelegentlichen, aber doch keineswegs ungewöhnlichen Formen die genannten Carices zu Schoenoxiphium ebenso stellen, wie jene Hemicarex laxa Bth.?, wobei die einen ein Androschoenoxiphium, die anderen theilweise ein Gynoschoenoxiphium ausmachen, oder soll man die Gattung Schoenoxiphium einfach unter Hemicarex und Carex vertheilen?, je nachdem der Schlauch zarter und tiefer gespalten, oder fester und oben zu einem engen Halse zusammen-

*) Der erste Name, unter dem die Pflanze bekannt gemacht wurde, ist Schoenus lanceus Thunberg (Fl. Cap. p. 95), da Schoenoxiphium Meyerianum Kth. auf den von mir gesehenen Typus gegründet, Enum. II. 530; veröffentlicht wurde, so muss der von mir gewählte Name der Priorität wegen vorgezogen werden.

gezogen ist? Eine Entscheidung dieser heiklen Frage überlasse ich den Herren Monographen.

Die Angabe C. B. Clarke's, dass bei einzelnen Schoenoxiphien wie S. rufum Nees, S. lanceum K. Sch., S. capense Nees etc. der weibliche Utriculus bis zur Basis gespalten und nur marginibus involutis sei, kann ich nicht bestätigen. Löst man nämlich den Vordertheil des Utriculus sorgfältig an den Seiten ab und betrachtet ihn unter dem Mikroskope, so zeigt sich, dass der Zellverband lückenlos in der Mitte zusammenhält. Allerdings sind die Gewebe sehr zart und reissen leicht der Länge nach auf.

Es ist aber längst bekannt, dass bei uns ähnliche Objekte auch nicht fehlen. Jeder Botaniker, der sich etwas genauer mit der Gattung Carex beschäftigt hat, wird mit einer Erscheinung vertraut sein, die in der Litteratur vielfach erwähnt worden ist. Ich will nur auf 3 Mittheilungen hinweisen. H. Koch*), dem die Botanik die ersten Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte der weiblichen Carexblüthe verdankt, hat in seiner Beschreibung einer vermeintlich neuen Art dieses Geschlechtes verschiedene Abnormitäten besprochen. Er macht darauf aufmerksam, dass die von ihm zuerst allgemeiner nachgewiesene Rhachilla zuweilen Blätter trägt, ja dass sich in den Achseln derselben eine oder auch viele Blüthen befinden.

Reichardt**) hat ferner bei Carex verna Vill. (C. praecox Jacq.) Missbildungen beschrieben, unter denen für uns nur diejenige Interesse hat, bei der aus dem Schlauche der weiblichen Blüthe ein reichlich beblätterter und Früchte tragender Zweig hervorbricht.

Neuerdings ist von Ridley***) dieselbe Monstrosität an C. glauca Scop. gut beschrieben und abgebildet worden. Eichler giebt in den Blüthendiagrammen an, dass er diese Entwicklung der Rhachilla mehrfach beobachtet hat; ich selbst habe sie bei mehreren Arten gesehen und die früheste Anlage bei C. praecox Schreb. und C. ericetorum L. verfolgen können.

Schon dem vortrefflichen Pflanzenkenner Reichardt war die Beziehung jener Missbildungen mit der Gattung Schoenoxiphium zum Bewusstsein gekommen. Er wies ausdrücklich darauf hin, dass die Pflanze als Schoenoxiphium angesehen werden müsste, falls die Blüthen in den Blattachseln der Rhachilla männliche wären. Das Geschlecht kann aber der Erfahrungen wegen, die wir an Hemicarex laxa Bth. gemacht haben, wo beide vorkamen, von keinem Belang sein; die

*) H. Koch in Flora 1846, p. 277.

**) Reichardt in Verhandlungen der k. k. Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 1861, p. 232.

***) Ridley in Journ. Linn. soc. XX. 45.

KOCH'schen Pflanzen würden sich als Androschoenoxiphien, die REICHARDT'schen und RIDLEY'schen als Gynoschoenoxiphien charakterisieren.

Ich bin desshalb auf die Verhältnisse bei Schoenoxiphium näher eingegangen, um zu zeigen, dass die Rhachilla der Carexblüthen normal oder unter Umständen mehr oder weniger zahlreiche Blattorgane zu erzeugen vermag, die in ihren Achseln Blüthen führen. Auch PAX sind diese Monstrositäten bekannt, nur meint er*), »dass jene abortive Axe zuweilen in verschiedener Weise verlaubte oder aber eine männliche Blüthe trug.« Ich muss diese Angabe, was den letzten Punkt anbetrifft, corrigieren; wir finden sehr oft nicht bloss eine Blüthe, sondern ganze Blüthenstände. Daraus geht aber klar hervor, dass wenigstens bei Schoenoxiphium und den entsprechenden Missbildungen die Axe nicht durch eine Blüthe beendet werden kann, sondern dass an derselben viele erscheinen, die in spiraler Ordnung gestellt sind. Wer nun den gelegentlichen Missbildungen oder dem Vergleiche mit verwandten Formen eine erklärende Kraft beimisst, wird nicht umhin können, der Ansicht Folge zu geben, dass die bei Elyna scirpina PAX vorliegenden Verhältnisse in dem geschilderten Vorkommen ihre gerade Fortsetzung finden, und wird die Meinung, dass das Blatt unter den männlichen Blüthen ein Zwischenblatt sei und die letztere selbst terminale Stellung besässe, ferner nicht als zu Recht bestehend ansehen dürfen.

Wir können aber der Entscheidung der Frage noch näher kommen. Schon C. B. CLARKE sagt in seiner Diagnose von K. scirpina W.**): spiculae imae et evolutiores 3—4 florae, flore imo (perraro 2 imis) foemineis. Ich kann diese Angabe vollinhaltlich bestätigen. Das Verhältniss, welches bei der nächsten Verwandten K. capillifolia Cl. normal für alle Ährchen gilt, dass sie nämlich mehrblüthig sind, findet man an den unteren von den übrigen etwas abgerückten Ährchen von K. scirpina W. oder Elyna scirpina PAX äusserst häufig. Ich habe in Taf. II, Fig. 4^a eine derartige Infloresceenz abgezeichnet, bei der innerhalb des Utriculus ein etwas gestieltes Axengebilde entwickelt ist, das 2 normale männliche Blüthen und ein steriles deutlich ausgebildetes Axenende trägt, unter dem eine leere Bractee sich befindet. Hier wird also an dem PAX'schen Typus der Sachverhalt zur Evidenz klargestellt. Eine Missbildung liegt nicht vor, dazu ist das Vorkommen ein zu häufiges. Wir erkennen ganz deutlich, dass die männlichen

*) PAX in Englers Jahrbüchern VII. 293.
**) C. B. CLARKE in Journ. Linn. soc. XX. 377.

Blüthen keine terminale Stellung besitzen, sondern dass sie seitlich angeheftet sind und dass jede von einem Tragblatte gestützt wird.*)

Was nun die weitere Frage anbetrifft, ob in den weiblichen Carexblüthen eine männliche zu ergänzen ist, so kann man phylogenetisch vielleicht ebenso gut eine ganze Inflorescenz hinzufügen. Thatsache ist nur, dass das Axenende stark reduciert ist. Wer annehmen will, dass sämmtliche Vorfahren der Caricinen einen solchen Zweig mit Blättern und axillären Blüthen gehabt haben werden, kann das jedenfalls ruhig thun; dagegen liegt für die männlichen absolut kein Grund zur Ergänzung einer weiblichen Blüthe vor.

Ich komme nun zur Besprechung des theoretischen Schemas der einzelnen Carexblüthe. Einige Andeutungen habe ich schon oben bei den männlichen Blüthen mit den Schläuchen gegeben. Eichler meinte »zur Annahme der Unterdrückung irgend welcher Theile innerhalb der Blüthe selbst liegt kein Grund vor, Staubgefässe wie Carpiden können ihrer Stellung nach den ersten und einzigen Quirl der Blüthe vorstellen. Ist dies wirklich der Fall, so würden die Blüthen hier nicht diklin sein infolge von Abort, sondern durch verschiedene Metamorphose homologer Glieder.« Pax denkt sich dagegen, »dass die Trennung der Geschlechter hervorgegangen ist aus einem hermaphro-

*) Pax ist sehr bestimmt für die Aufrechterhaltung der Gattung Elyna eingetreten. Man wird diese Meinung theilen können, so lange man die verschiedenen Gattungen der Caricineen bestehen lässt. Ich würde es unter diesen Umständen für erspriesslich halten, sie als Analogon des Schoenoxiphium von Carex, als ein Schoenoxiphium von Kobresia aufzufassen. Denn der Umstand, dass die Rhachilla der weiblichen Blüthe zu einem Blüthenständchen sich entwickelt, das gewöhnlich männlich, zuweilen androgyn ist, charakterisiert die Gattung in ähnlicher Weise wie jene. Es würden dann die Arten Kobresia scirpina, capillifolia und schoenoides den Bestand der Gattung Elyna ausmachen. Kobresia pseudolaxa Bth. würde zu Schoenoxiphium zu zählen sein. Der Unterschied zwischen beiden Gattungen ist freilich sehr schwach, denn er beruht nur auf dem höheren oder geringeren Grade der Verwachsung des Utriculus resp. des Tragblattes der weiblichen Blüthe. Bei Kobresia dagegen ist die Rhachilla nur in dem geringen Masse entwickelt wie bei Carex, ich konnte indess wenigstens bei K. caricina stets das Rudiment eines ersten vorderen Blattes an derselben nachweisen.

Man könnte zu der Annahme geführt werden, dass die Schoenoxiphiumährchen mit denjenigen männlichen Ähren von Carex in Parallele gestellt werden dürften, welche die Inflorescenzaxe beschliessen und am Grunde eine weibliche Blüthe tragen (Carex silvatica). Zwischen beiden ist aber von allem übrigen abgesehen ein erheblicher Unterschied, indem die erwähnte weibliche Blüthe einer Axe von um 1 höheren Grade angehört als die männlichen, während alle Blüthen im Schoenoxiphiumährchen gleichaxig sind. Bei letzterer berührt desshalb der Fruchtknoten unmittelbar die Spindel, bei ersterer liegt zwischen beiden der Utriculus.

diten Grundplane, mit dem die extremen Fälle durch eine ununterbrochene Reihe von Mittelbildungen verbunden erscheinen.« Wenn man den Ausfall eines inneren Staubgefässkreises zulässt, so stehen dann die Narben in der Dreizahl über den Staubgefässen.

Reell lassen sich durch die Entwicklungsgeschichte für die Annahme eines Abortes in der Carexblüthe keinerlei Momente vorbringen; die Annahme steht also, da meines Wissens klare Verbindungsglieder nicht vorliegen und der transcendentale Sprung nicht vermieden werden kann, auf dem Boden subjektiver Speculation. Dagegen scheint mir die EICHLER'sche Ansicht, welche eine heterogene Metamorphose annimmt, manches für sich zu haben. Vielleicht könnte man die Erfahrung, welche ich von der männlichen Carex gracilis Curt. mit Schläuchen oben mittheilte, dass nämlich die Staubgefässe häufig durch Narbenstrahlen ersetzt werden, als beachtenswerth anführen; ausserdem liegt kein Grund vor, warum nicht dieselben Organe als Staubgefässe oder als Elemente des Gynaeceums fungieren sollten, erzeugen doch dieselben Blattgebilde bei Selaginella Macro- und Microsporen. Auch würden die Carexblüthen nicht allein diese Eigenthümlichkeit aufweisen, denn bei mehreren Euphorbiaceengattungen wie z. B. Sebastiania finden wir offenbar ganz gleiche Verhältnisse.

Wie dem nun auch sein mag, jedenfalls ist sowohl die männliche wie die weibliche Blüthe derart construiert, dass sie denselben mechanischen Bedingungen genügt, welche bis jetzt an den Monocotylenblüthen ausnahmslos begegnet sind. Normal zu einem Tragblatte treten an den Primordien in der Nachbarschaft des Contaktkörpers zwei Blätter hervor, denen ein drittes vorderes folgt. Sind nur zwei Glieder vorhanden, so ist das zuletzt entstehende, welches zuerst wenigstens häufig kleiner wie die beiden andern ist, nicht zur Entwicklung gelangt.

Bei der vielfachen Betrachtung der Rhachillarsprosse drängte sich mir von selbst der Gedanke auf, ob es nicht möglich wäre, die Bedingungen zu ermitteln, unter denen sich dieselben entwickeln. Die Aussichten auf einen definitiven Entscheid waren desshalb nicht sehr gross, weil es in den botanischen Gärten gewöhnlich an dem Materiale gebricht, das durchaus sicher die wünschenswerthen Zustände gewährt. Elyna scirpina wird zwar cultiviert, blüht aber gewöhnlich so spärlich, dass man kaum mit ihr operieren kann. Von Schoenoxiphium und Hemicarex sind keine Arten in den Gärten. Wenn man die Verhältnisse aufmerksam verfolgt, so bemerkt man einen Umstand, der allen Pflanzen mit Rhachillarsprossen gemeinsam ist: ihr Utriculus ist nämlich nicht so fest geschlossen, wie bei Carex,

sondern mehr oder minder tief gespalten. Diese Lücke in dem Verbande kann nun doppelten Ursprungs sein, entweder ist sie spontan, d. h. der Utriculus gelangt nicht vollkommen zum Verschlusse, oder sie rührt von einer mechanischen Trennung des ursprünglich geschlossenen Schlauches her, die durch die Wachsthumszunahme des Sprosses bedingt wird.

Die Thatsache, dass die Rhachilla, so weit sie von dem Utriculus umfasst wird, bandförmig verbreitert ist, sich also offenbar dem Drucke zwischen ihm und der Karyopse in ihrer Entwicklung angepasst hat, dass sie aber von der Stelle an, wo sie aus dem Utriculus heraustritt, sich zusammenzieht und stielrunde Gestalt annimmt, legte mir die Wahrscheinlichkeit nahe, dass eine mechanische Zerreissung des Schlauches nicht statt hat. Bei allen Rhachillarsprossen liegt ferner das erste Blatt genau nach dem Tragblatte des ganzen Systemes zugewendet, eine Stellung, die darauf hindeutet, dass nach dieser Richtung hin eine Lücke im Utriculus vorhanden sein dürfte, in der das Blatt erscheint.

Ich fand nun, dass bei den gewöhnlichen Carexblüthen die Umfassung des Pistills durch den Schlauch sich nicht gleich schnell vollzieht. In einem Falle sah ich, dass die Rhachilla den Vorderrand des Schlauches überragte und vorn ein Blättchen angelegt hatte. Bei einer anderen Blüthe konnte ich durch den bereits zum Verschlusse gelangten Schlauch hindurch ein dicht an das Pistill gedrücktes Sprösschen erkennen, das ebenfalls Blattrudimente besass. Ein günstiger Zufall führte mir zu rechter Zeit endlich eine Pflanze von Carex ericetorum L. in die Hände, welche durchgehends in den weiblichen Blüthen Schoenoxiphiumährchen ausbildete, und an ihr konnte ich diejenigen Jugendzustände auffinden, welche mir die Ursachen der Entstehung dieser eigenthümlichen Sprosse sehr wahrscheinlich machten. Sämmtliche Ährchen überragten nämlich den Utriculus bereits von Anfang an und wie ich vermuthet hatte, erschien das erste Blatt in der Lücke zwischen den vorderen Schlauchrändern. Ich glaube also als ziemlich sicher annehmen zu können, dass die Rhachilla immer dann, wenn es ihr gelingt, sich von der Umfassung des Schlauches frei zu erhalten, Blätter anlegt und in den Achseln derselben Blüthen erzeugt und dass umgekehrt die Axe zu einem Rudimente verkümmert, wenn der Schlauch jene zu umfassen vermag, ehe sie eine beträchtlichere Grösse gewonnen hat.

Von den übrigen Cyperaceen habe ich noch die Gattung Rhynchospora in der Art R. fusca R. u. L. entwicklungsgeschichtlich untersucht und dabei auch Schoenus ferrugineus L. vergleichend in Betracht gezogen. Die Pflanzen müssen desswegen eine gewisse Berück-

sichtigung beanspruchen, weil PAX von ihnen behauptet hat, dass ihre Infloreseenz von fächelartigem Typus sei. Auch ČELAKOVSKÝ hat sich dieser Meinung angeschlossen und namentlich das Verhältniss von Schoenus näher begründet. Die letzterwähnte Pflanze legt eine solche Deutung desswegen nahe, weil zwischen der Insertion der Seitenstrahlen und den darunter befindlichen Blättern ein Zwischenraum liegt und weil vorspringende Kanten auf eine ursprünglich tiefere Insertionsstelle hinzielen. Diese Abrückung des Tragblattes von der darüberstehenden Blüthe tritt aber erst zur Zeit der Fruchtbildung auf, früher und zumal in der ersten Anlage ist eine enge Zusammengehörigkeit von Blatt und Blüthe gar nicht zu verkennen. Die Tragblätter werden zweizeilig ausgegliedert und in der Achsel derselben entstehen die Blüthenprimordien. Eine Übergipflung der Axe, die Ausbildung eines Sympodiums und die Heraufhebung der Blätter bis zum nächst höheren Internodium liegt durchaus nicht vor, oder ist wenigstens entwicklungsgeschichtlich nicht nachweisbar.

Nachdem ich für Elyna die Annahme einer terminalen Stellung der männlichen Blüthe als nicht richtig nachgewiesen und für Rhynchospora und Schoenus gezeigt habe, dass die fächelartige Inflorescenz in Wirklichkeit wie jedes Grasährchen botrytisch gebaut ist, wird es mir sehr wahrscheinlich, dass überhaupt die PAX'sche systematische Gliederung der Cyperaceen in Cyperoideen und Caricoideen nach dem botrytischen oder cymösem Baue der Blüthenstände kaum haltbar sein dürfte, wenigstens lassen mich meine Untersuchungen an Herbarmateriale keine Stützen dafür erkennen.

Sehr interessant und wichtig sind die GOEBEL'schen*) entwicklungsgeschichtlichen Studien und vergleichenden Untersuchungen an den Hypolytreen, aus denen hervorgeht, dass in dieser Tribus die Specialinflorescenzen durch eine Gipfelblüthe abgeschlossen werden können. Die ersten Glieder derselben erscheinen ebenfalls normal zum Tragblatte und an sie schliesst sich ein vorderes drittes. In den Achseln derselben, die als Tragblätter functionieren, entstehen Primordien, welche ein einziges Staubgefäss bilden, das also den Charakter eines axilen Organes beansprucht. Ob diese Inflorescenzen als Cymen zu betrachten sind oder als botrytische Inflorescenzen mit Gipfelblüthe, ist nicht zu entscheiden, wie denn überhaupt eine Sonderung zwischen Polychasien und Trauben mit Gipfelblüthe kaum zu machen ist. Ich werde unten bei den Dicotylen Gelegenheit nehmen, auf Grund eigener Beobachtungen weiter auf die Frage einzugehen.

*) GOEBEL in Journal du jardin de Buitenzorg VII. 120 ff.

c. Die Blüthen der Gattung Asparagus.

Von Sprossen mit spiral ausgegliederten Blättern scheinen mir die Verhältnisse, welche bei Asparagus wahrgenommen werden, der Mittheilungen werth zu sein.

Wenn man einen eben über die Erde tretenden Spargel von unten herauf seiner Schuppen beraubt, so gelangt man zunächst in den Achseln dieser Blätter zu Sprosssystemen, die keine Blüthenanlagen enthalten. Erst nachdem man mehrere Tragblätter abgetragen hat, findet man die Anlagen derselben. In der Achsel eines solchen Blattes entwickelt sich zunächst ein kräftiger mittlerer Höcker (Taf. II, Fig. 5), durch dessen Vergrösserung das Blatt von der Axe etwas abgerückt wird. Ich bin nicht der Meinung, dass sich diese Bewegung des Blattes durch den Druck vollzieht, den der Vegetationskegel spontan ausübt, sondern ich glaube, dass dieselbe durch Wachsthumsprocesse bewirkt wird, welche zwischen Blatt und Axe, also im Achselgrunde des Tragblattes vor sich gehen. Zwischen dem Tragblatte, der Hauptaxe und dem Primordium des Achselsprosses müssen rechts und links Stellen minderen Druckes oder freie Räume vorhanden sein, denn in den Winkeln erscheinen die sehr kleinen Vegetationskegel, welche die Grundlage zweier Blüthen bilden (Taf. II, Fig. 5). Eigentliche Tragblätter der Blüthen sind nicht vorhanden. Die Stelle derselben vertreten aber die Flanken des Deckblattes des ganzen axillären Systemes. Diese berühren nämlich die beiden Primordien und normal zu ihnen erscheinen die beiden ersten Blätter (Taf. II, Fig. 6), wobei der Vegetationskegel des Achselsprosses als Contaktkörper fungiert. Nach diesen beiden tritt als drittes Blatt ein vorderes auf, wir haben also, trotzdem dass kein specielles Tragblatt vorhanden ist, doch ganz dieselben Verhältnisse, wie bei Ornithogalum, Carex u. s. w., und diese Disposition ist nicht befremdlich, da ein Theil eines Blattes dieselbe Function ausüben kann, wie bei jenen ein ganzes Blatt. Die ersten zwei Perigonblätter scheinen nicht gleichzeitig aufzutreten, und zwar glaube ich einen Unterschied zu Gunsten des nach der Hauptaxe hin gelegenen bemerkt zu haben; indess ist bei der ausserordentlichen Kleinheit der Blüthchen (sie haben $^1/_5$ mm im Durchmesser) ein Irrthum nicht ausgeschlossen.

Der zweite Perigonkreis tritt simultan zwischen dem ersten auf. Zuerst sind die Blüthen vollkommen sitzend, später werden sie durch ein kleines Stielchen emporgehoben. Sobald dieser Process sich vollzieht, tritt zwischen dem inneren der paarigen und dem unpaarigen äusseren Perigonblatte ein kleines Schüppchen auf (Taf. II, Fig. 7), welches sich später seitlich ausbreitet und endlich das ganze Stielchen

umwächst, was um so leichter geschehen kann, da die kugelförmige Knospe einen viel grösseren Durchmesser hat als der Stiel und so ringsum in der Nachbarschaft für die Bracteole freien Raum schafft.

Der Aufbau der vegetativen Sprosse bietet noch manches interessante Moment. Ich weise zunächst auf den mittleren Vegetationskegel hin, von dem ich bemerkte, dass er in der Achsel des Tragblattes zuerst erschiene. An ihm gliedert sich ein System spiralgestellter Blätter aus. Die Stellung des ersten Blattes scheint nicht ganz constant zu sein, an den unteren mit lateralen Einzelblüthen versehenen Ästen fand ich es meist vorn, die anderen Blätter schlossen in regelmässigen Divergenzen oder nach einem vorausgehenden unregelmässigen Schritte an. In den Achseln dieser Blätter wiederholt sich der Process, meist aber mit der Modification, dass die Anlage zweier Blüthen die Thätigkeit zu beiden Seiten des neuen Vegetationskegels nicht abschliesst, sondern dass bald einige weitere Blüthen, häufiger aber noch sterile Sprosse erscheinen. Der Ort, den jeder der letztgenannten Körper einnimmt, ist fest bestimmt, er befindet sich zwischen den beiden vorausgehenden nächst älteren Producten, der zweite jederseits tritt also zwischen den Vegetationskegel des ganzen Systems, der mittlerweile wieder ein vorderes Blatt erzeugt haben kann, in dessen Achsel sich der ganze Process wiederholt, und die erste Blüthe. Was es nun auch für Organe sein mögen, Blüthen oder Sprosse, sie entbehren stets der Tragblätter; ob bei den Blüthen immer jene Bracteole auftritt, die ich an den ersten nachgewiesen habe, bedarf ebenso wie die Orientierung der Perigonblätter noch weiterer Beobachtung.

Der Process wiederholt sich nun weitergehend, wobei bald mehr Blüthen, bald mehr Sprosse erzeugt werden. Wydler war es zuerst, der diesen Sprossverband für eine Wickel ansprach; Eichler*) hat diese Erklärung adoptiert und in seinen Blüthendiagrammen das Schema des speciellen Falles wiedergegeben, wo in der Blattachsel ein steriler Hauptstrahl zwei Seitenblüthen und darauf im Zickzack folgend noch 3 Sprosse auf jeder Seite sich entwickeln. Die Stellung der letzteren, welche mit der Projection übereinstimmt, die man von wickeligen Inflorescenzen erhält, wird offenbar bedingt durch die von mir oben gegebene Fixierung der Orte für die Neubildungen. Sie treten immer in die Lücken, welche sich zwischen je zweien der zunächst vorausgehenden Sprosse bei weiterem Wachsthume derselben bilden müssen. Nun könnte man denken, dass auch auf der anderen Seite der ersten Lateralsprosse nach der Axe zu correspondierende Lücken

*) Eichler Blüthendiagramme I. 149. Fig. 70.

entstehen dürften. Wenn man aber die betreffenden Präparate untersucht, stellt es sich heraus, dass an diesen Stellen der vorhandene Raum von den Blüthen vollkommen ausgefüllt wird. Es ist aber noch ein weiterer Umstand nöthig, um eine Erklärung für die Erscheinung der Sprosse auf der Vorderseite des ganzen Sprosssystems in der Achsel des Tragblattes erklären zu können. SCHWENDENER*) hat in seinem mehrfach erwähnten Werke die Entstehung der sogenannten unteren Beiknospen von Aristolochia sipho L. untersucht und gefunden, dass das Auftreten derselben nur dadurch bedingt wird, dass der Blattgrund in meristematischem Zustande verharrt und sich in radialer Richtung streckt. Die Stellung des ersten Blattes in den Knospen hat hier für uns vorläufig keine Bedeutung. Wenn nun der Raum zwischen dem Hauptstrahle des axillären Systems und dem Tragblatte durch fortgesetzte Zellvermehrung sich dehnt, so muss natürlich der Druck hier geringer sein, als der Druck von der Axe her, sobald nicht auf der Rückseite des Hauptstrahles analoge Erscheinungen auftreten. Durch eine solche Differenz der Zellthätigkeit am Grunde des Achselsprosses vorn und hinten wird die von mir früher geäusserte Ansicht, dass das Druckmaximum in einem axillären Systeme in der Mediane liegen muss und dass es auf der Vorderseite der lateralen Axe ebenso gross sein muss als auf der Hinterseite, modificiert. Es kann unter diesen Verhältnissen geradezu in der Mediane ein Druckminimum entstehen, dann nämlich, wenn die grösste Energie der Zellvermehrung vorn genau in der Mediane liegt; ist dagegen auf der Rückseite der lateralen Axe keine solche Raumvergrösserung vorhanden, so wird dort das Druckmaximum bleiben.

Bei Asparagus liegen die Verhältnisse nun so, dass der Blattgrund vorn in meristematischem Zustande verharrt und Neubildungen zu erzeugen vermag, der Beweis dafür liegt in der Anlage von weiteren Primordien, als die beiden seitlichen. Indem sich der mediane Theil besonders lebhaft streckt, kann in dem frei werdenden Raume ein neuer Körper erscheinen. Unterbleibt die Streckung dagegen, wie bei den Lateralstrahlen aus den unteren Blättern am Spargelsprosse, so tritt eine weitere Vermehrung der Sprosse zwischen dem Blatte und seinen Achselproducten nicht ein.

Die Erscheinung, dass der Blattgrund die Fähigkeit behält, neue Körper zu erzeugen und durch seine Dehnung Raum zu schaffen, ist ausserordentlich verbreitet. Sie tritt uns bei allen den Pflanzen entgegen, die im Stande sind, unter der Primärknospe eine sogenannte Beiknospe hervorzubringen.

*) SCHWENDENER Mechanische Blattstellungstheorie p. 103.

EICHLER*) hat die speciellen Vorkommnisse über die Natur und Stellung der Beiknospen genauer untersucht. Bei den allermeisten Pflanzen befinden sich dieselben unter der Hauptknospe, zuweilen mit einer seitlichen Ausweichung, die durch den Einfluss der ersteren leicht erklärt wird.

Der Anlage nach entstehen die Beiknospen immer in der Mediane des Blattes. Ist aber die Stellung der Hauptknospe etwas excentrisch, wie bei den Inflorescenzen der schlingenden oder kriechenden Vicieen, so kann es den Anschein haben, als ob sie neben derselben, von der man voraussetzte, dass sie median gestellt wäre, hervorgebrochen seien. Nur in dieser Weise kann man z. B. die Beiknospen von Medicago**), Lathyrus, Vicia etc. als seitliche auffassen. Wenn dagegen die Vicieen einen bestimmt ausgesprochenen aufrechten Wuchs haben, mit dem dann eine centrale mediane Stellung der Inflorescenz im Zusammenhange steht, so wird die Beiknospe auch immer genau unter dem Blüthenstande zu finden sein.

Wirklich laterale Beiknospen sind mir nur von den Monocotylen bekannt. Namentlich werden sie in grosser Zahl, wie BRAUN gezeigt hat, bei Musa und Cyperus papyrus gefunden.

Ihre Lage ist offenbar dadurch bedingt, dass sich hier der Blattgrund in tangentialer Richtung zu dehnen vermag, wodurch immer auf den Seiten der jüngsten Anlagen nach dem Blattrande hin neue Plätze für solche Gebilde geschaffen werden. Die seitliche Beiknospe, die aber CASPARY von Hydrilla verticillata angiebt, habe ich nicht finden können; nach meinen Beobachtungen entsteht dieselbe genau unterhalb des Hauptsprosses, wird aber dann durch das Wachsthum des letzteren gerade so bei Seite gedrängt, wie z. B. die Frucht von Elyna spicata die ursprünglich vor ihr befindliche männliche Blüthe auch nach der Flanke des Tragblattes schiebt, wenn sich die dreikantige Karyopse in das kielig zusammengefaltete Blatt durch eine Drehung einpasst.

Bilden sich nun mehrere untere Beiknospen aus, so kommt es ganz auf das Mass des Wachsthums an und dadurch bewirkt auf den Raum, der für die Neubildungen frei wird. Bei A. sipho erscheinen sie in einer Rinne genau median, dasselbe gilt auch für eine grössere Zahl von Labiaten, wie z. B. Teucrium chamaedrys, subincanum etc. Ist dagegen der Raum breiter, so bilden sie eine Zickzacklinie, indem sich jede folgende immer zwischen zwei ältere Anlagen einfügt.

*) EICHLER in Jahrbuch des botanischen Gartens I. 178.

**) Vergl. URBAN, Über Medicago. Diss. Berlin 1873 und EICHLER l. c.

Um den weitschweifigen Ausdruck, dass ein Sprosssystem durch Beisprosse bereichert worden ist, zu vermeiden, möchte ich vorschlagen, solche Verbindungen Sprossschaaren zu nennen, und bezeichne daher einen Blüthenstand, der dadurch zu Wege gekommen ist, dass eine Axillarblüthe von Beiknospen begleitet wird, als eine Blüthenschaar. Man hat nun nach WYDLER's Vorgang in solchen Sprossschaaren wicklige Verkettungen erkennen wollen. Besonders wurde man dazu bewogen, diese Auffassung zu vertreten, wenn die Sprosse noch Deckblätter entwickelten.*) Natürlich müsste man die Fälle, wo die Blüthen genau unter einander stehen, als Sicheln auffassen, wie z. B. bei gewissen Teucriumarten. Diese Thatsache würde sich gut mit dem Nachweise vereinen, dass die Sichel nur eine besondere Form der Wickel ist.**)

Die Annahme, dass hier wirklich monochasiale Verbindungen vorhanden sind, setzt voraus, dass der folgende Spross immer aus dem vorhergehenden entspringt. Die reale Beobachtung zeigt von derartigen relativen Hauptaxen verschiedener Ordnung keine Andeutung; man sieht die Sprosse aus einem gemeinschaftlichen Podium, dem Blattachselgrunde, ohne genetische Beziehungen zu einander hervorbrechen. Will man trotzdem an den Monochasien festhalten, so muss man die theoretische Vorstellung einschalten, dass die Sympodien in dem Blattgrunde versenkt lägen. Wer nun an congenitale Verwachsungen glauben will, der wird auch diese Interpolation riskieren. Ich erkenne in dem Vorkommen der zickzackförmigen Sprossanlagen von Asparagus eine besondere morphologische Form, und weil sie eine solche ist, habe ich sie mit dem besonderen Namen einer Sprossschaar belegt. Ich unterscheide nun seriale Schaaren, sobald die Beiknospen in zickzackförmigen zweireihigen, oder in einreihigen Anordnungen zwischen Hauptknospe und Blatt treten, und collaterale Schaaren, wenn sie in einer Ebene neben einander aufgestellt sind. Der Umstand, dass gelegentliche Begleitblätter an den Beiknospen auftreten (wie bei Aristolochia clematitis L., bei einzelnen Papilionaceen und noch manchen anderen Pflanzen), kann nicht zu Gunsten einer sympodialen Verkettung angeführt werden. Bei Corchorus und Rülingia hat man gemeint, dass die Beiknospen sehr oft von einem Tragblatte gestützt werden.

Ich habe ähnliche Fälle auch noch an anderen Columniferen und bei Geranium beobachtet und habe entwicklungsgeschichtlich nachweisen können, dass dieses Blatt das erste Phyllom an der Knospe

*) S. auch WARMING in Forgreningsforhold 127.

**) EICHLER Blüthendiagramme I. 39; SCHUMANN in Sitzungsberichten der Akademie zu Berlin 1889. p. 565.

selbst ist, welches in weiter vorgeschrittenen Stadien bald höher, bald tiefer an der Axe befestigt ist. Zuweilen findet man eine so tiefe Insertion dieses ersten Blattes, dass es den Blattgrund berührt und die Täuschung hervorbringt, als sei die Knospe aus der Achsel desselben hervorgegangen, ein Irrthum, der durch den Verfolg der Entwicklungsgeschichte leicht gehoben wird.

d. Die Blüthen der Gattung Juncus.

Als Beispiel für die Entwicklung der Juncaceenblüthe untersuchte ich Juncus bufonius L.

Ich wählte diese Pflanze desswegen, weil ich glaubte, in der lockeren Entwicklung der Inflorescenz eine erhebliche Erleichterung für die Ermittlung der vorliegenden Verhältnisse zu finden. Ich habe bereits bei Gelegenheit der Besprechung der Cyperaceen von PAX in ENGLER-PRANTL's natürliche Pflanzenfamilien*) die Behauptung aufgestellt, dass die Inflorescenzen der Iridaceen, welche bisher für typische Beispiele fächelartiger Blüthenstände angesehen wurden, in Wirklichkeit nur Trauben von eigenthümlichem Habitus wären. Ich war daher sehr gespannt auf die Entstehung der Inflorescenz von Juncus, da ich hier echte Sicheln kennen lernen sollte.

Wenn man das Blatt, welches die oberste der Blüthen einer Inflorescenz von Juncus bufonius als eine weiss gefärbte Scheide umgiebt, ablöst, so findet man in seiner Achsel eine kleine bereits in allen Theilen fertig angelegte Knospe. Diese wird von zwei Blättern zunächst umfasst, einem hinteren adossierten Blatte und einem vorderen dem vorigen ähnlichen Gebilde, ausserdem folgen noch zwei Blätter in derselben Stellung vorn und hinten, dann gelangt man erst zur Blüthe. Das zweite, auf das adossierte Blatt folgende umschliesst abermals einen gleichen Complex und endlich wird in dem nächsten correspondierenden Phyllome eine letzte Anlage in meist sehr wenig vorgeschrittener Entwicklung gefunden. Das zur Hervorbringung neuer Sprosse bestimmte Blatt an der Basis der obersten, nicht mehr von Blättern bis zur Spitze verhüllten Blüthe umschliesst also in den meisten Fällen 3 junge Anlagen, von denen immer die relativ jüngere aus der nächst älteren ihren Ursprung nimmt. Jeder angelegte Vegetationskegel wird daher, nachdem er eine gewisse Anzahl Blätter erzeugt hat, zu einer Blüthe umgebildet. Dabei entwickelt er aus einem bestimmten, dem zweiten, nach vorn gelegenen Blatte einen neuen

*) SCHUMANN im Botanischen Centralblatt 1889. XXXVIII. 859.

Vegetationskegel. Der Sprossverband stellt also in der That ein Monochasium dar. Die beiden Vorblätter, welche erzeugt werden, divergieren um 180°, dabei entsteht immer die neue Axe in der Achsel des Vorblattes. Diese Bedingungen treffen, wie ich gezeigt habe,*) nur für ein bestimmtes Monochasium zu, nur für die Sichel.

Jedes neu entstehende Blüthenprimordium wird mindestens von folgenden Blättern umfasst: von den beiden Vorblättern der vorausgehenden, den beiden Vorblättern der dieser vorhergehenden und denen der dritt vorhergehenden Blüthe. Weitere Blüthen kommen nicht in Betracht, weil die wieder um eins ältere Blüthe durch die Streckung des darunter befindlichen Axenstückes von diesen jüngeren Blüthen entfernt ist. Diese 3 Paar Blätter, die zum Theil an der Basis verwachsen sind, pressen die Blüthen stark gegeneinander. Der äussere sichtbare Erfolg ist der, dass alle jüngeren Blüthenknospen und Primordien sehr auffallend von vorn nach hinten zusammengedrückt sind. Dem entsprechend ist auch der Vegetationskegel ganz flach und hat eine schmale obere Kante. Zur Zeit, da er die ersten Blattanlagen hervorbringt, ist er von der Gestalt eines Halbkreises (Taf. II, Fig. 8, *fl*¹). Die ersten Spuren einer Blattbildung machen sich geltend dadurch, dass unterhalb der Spitze zwei transversal gestellte Höcker sich vorwölben. (Fig. 8, *f* und *f*¹.) Sie schliessen auf der Rückseite schnell zusammen und bilden das adossierte Vorblatt. Das zweite fruchtbare Vorblatt tritt vorn auf als einfacher Körper. Zuletzt gliedern sich als ringwallartige Gebilde hintereinander zwei weitere Blätter aus, die noch fehlenden Phyllome des Sprosses, welche unterhalb *fl* in Fig. 8 *x* und *y* zu bemerken sind. Alle diese Organe scheinen sehr schnell hintereinander zu entstehen, besonders Blatt 2—4, während zwischen der Erscheinung von 1 und 2 ein längerer Zeitraum verstreicht.

Mittlerweile hat sich das Primordium ziemlich beträchtlich gehoben und an seinem Fusse ist ein neues Primordium schon soweit herangewachsen, dass die ersten Blattanlagen hervorspriessen. An demjenigen, das uns bisher beschäftigte, treten nach der Entwicklung der 4 genannten Blätter: 1) adossiertes Vorblatt, 2) vorderes fertiles Vorblatt, 3) und 4) Zwischenblätter, zwei seitliche Höcker hervor, die nach der Vorder- und der Rückseite des Primordiums herum greifen, sich endlich berühren, aber nicht mit einander verwachsen. (Fig. 8 s^1 und s^2.) Sie vergrössern sich sehr schnell, nehmen kahnförmige Gestalt an und hüllen das ganze Gebilde ein, so dass man nur durch sorgfältige Auseinanderlegung später noch ein drittes sehr kleines Schüppchen bemerkt, das nach der Rückseite zu sich befindet, das also der relativen

*) SCHUMANN in Berichten der Akademie 1889, p. 565.

Hauptaxe zugewendet ist. Diese Differenz bleibt so lange äusserst auffallend, als die Blüthe eng von den Schutzblättern umschlossen ist; noch zur Zeit, wo der Fruchtknoten schon hoch sich erhoben hat, ist sie wahrzunehmen (Taf. II, Fig. 9). Erst wenn die zunächst vorhergehende Knospe sich von dieser Blüthenanlage abgewendet hat und sich zum Aufblühen anschickt, beschleunigt das letzterwähnte Schüppchen sein Wachsthum derart, dass es bald die anderen seitlichen Blätter in der Grösse einholt.

Der simultan entstehende innere Cyklus des Perigons bleibt lange sehr klein und wächst ebenfalls erst um diese Zeit zur definitiven Grösse heran.

Die Lage der Blätter weist ihrer Entstehung nach manche interessante Einzelheit auf. Zunächst haben die drei Ausgliederungen, welche die ersten Blattanlagen des jungen Sprosses darstellen, d. h. die zwei Primärblätter, welche das adossierte Vorblatt bilden, und das vordere Vorblatt eine Normalstellung zum Deckblatte und die entsprechende vordere Lage des dritten. Diese Disposition stimmt ganz mit allen denjenigen, die bisher bei Blüthenprimordien vorgekommen sind, überein.

Abweichend ist nur der eine Umstand, dass die normal gestellten Primordien simultan erscheinen. Eine Erklärung hierfür wird durch die Contaktverhältnisse gegeben. Während dieselben bisher auf beiden Seiten des Tragblattes verschieden waren, sind sie bei Juncus durch die vollkommne Distichie bedingt gleich: die Druckwirkungen müssen also bei der genau symmetrischen Lage zur Mediane des Tragblattes spiegelbildlich dieselben sein; folglich liegt für die Verspätung in dem Erscheinen des einen Blattes keine Ursache vor.

Wenn sich nun die Perigonblätter ausbilden sollen, so wird der Contakt für dieses Blüthenprimordium in besonderer Weise verändert. Ich habe oben angegeben, dass in dieser Zeit bereits der Vegetationskegel für die Axe nächsthöheren Grades erschienen ist. Dieser muss in ganz ähnlicher Weise das Arrangement der Blüthenhülle beeinflussen, wie die Rhachilla in der Blüthe der Gattung Carex die Disposition der Karpiden. Aus der Lage des normalen Paares würde noch nicht zu bestimmen sein, welcher Körper als Contaktkörper fungiert, beide stehen transversal und desswegen normal sowohl zum ersten wie zum zweiten Zwischenblatte. Das dritte Glied des Perigons kann erst die Entscheidung bringen. Fällt dasselbe auf die Seite der Axe nächsthöheren Grades, also auf das jüngere Primordium zu, so ist die Axe des um eins niederen Grades als Contaktkörper anzusehen, fällt es dagegen auf diese zu, so ist die Axe, welche die folgende Blüthe liefern wird, als Contaktkörper zu betrachten. Die Beobachtung

lehrt, dass das dritte Perigonblatt auf die vorausgehende Axe zugewendet ist, folglich muss die nächst höhere Axe als Contaktkörper dienen.

Den direkten Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung werden diejenigen Inflorescenzen geben können, bei denen die Anlage von Monochasialstrahlen beschränkt ist oder ganz ausfällt, wie z. B. die Blüthenstände von Luzula campestris L. Diese sind ährenförmig, die Blüthen stehen einzeln in den Achseln von Tragblättern. Auf das adossierte Vorblatt folgen zwei dicht unter die Blüthe gerückte Hüllblätter in disticher Stellung. Für jede Blüthe ist also insofern ein Unterschied gegen die Verhältnisse vorhanden, die bei Juncus bufonius L. obwalten, dass ein Blatt weniger an den Axen auftritt. Die meisten Morphologen haben nun hierin die Ursache sehen wollen, dass die eigentliche Blüthe umgekehrt orientiert ist, dass also Luzula das unpaare Perigonblatt auf das Tragblatt des Sprosses zu gelegen aufweist, während es bei jener von dem Tragblatte abgewendet ist. Man stellte sich die Sache dabei so vor, dass das unpaare äussere Perigonblatt die Distichie, welche von den Zwischenblättern und dem adossierten Vorblatte eingehalten wurde, fortsetzte. Diese Meinung kann schon desswegen nicht richtig sein, weil ebenso wenig wie bei Juncus in der Blüthe von Luzula campestris das unpaare Perigonblatt das erste Blatt in der Blüthe ist, sondern das dritte. Aber ausserdem möchte ich darauf hinweisen, dass die Zahl der distich gestellten Zwischenblätter von keinem Belang sein kann, sobald ein Contaktkörper die Anordnung der Perigonblätter bedingt, denn mögen ihrer noch so viele eingeschaltet werden, so wird hierdurch keine Contaktveränderung bewirkt, da die Druckverhältnisse zu beiden Seiten der Mediane des Tragblattes symmetrisch gleich bleiben.

Viel wichtiger ist offenbar die Thatsache, dass bei Luzula campestris eine weitere Entwicklung von Monochasialstrahlen nicht stattfindet, es wird demnach kein neuer Contaktkörper eingeführt, und so bleibt die Axe, an die die Blüthe mit dem Rücken anstösst, der bedingende Faktor, dass die paarigen Blätter bei ihr, das unpaare Blatt vorn auf das Tragblatt zu gelegen erscheint.

Wie sich die Contakte bei Luzula Canariensis verhalten, bei welcher die beiden Hüllblätter transversale Lage haben, wäre eine für die Untersuchung recht wichtige Frage.

An den Blüthenständen von Juncus filiformis L. beobachtet man eine doppelte Stellung der Blüthen: einzelne zeigen genau dieselbe Orientierung wie J. bufonius L., andere die umgekehrte, sie stehen also wie die Blüthen von Luzula campestris. Hand in Hand damit geht auch eine Verminderung der Blätter an den

Sprossen und gerade diese Beobachtungen wurden bisher für eine besondere Stütze der oben erwähnten Theorie, dass die Zahl der Blätter die Stellung bedinge, betrachtet. Wir finden an dieser Pflanze eine meist aus 7 Blüthen aufgebaute Inflorescenz. Die vier Strahlen derselben sind traubig geordnet; die untersten beiden tragen 2 Blüthen, die oberen beiden je eine, eine Gipfelblüthe macht den Beschluss. Fassen wir eins der unteren Paare ins Auge, so erkennen wir in ihr eine 2-blüthige Sichel. Der ersten Blüthe in derselben gehen 4 Blätter voraus, sie ist zu ihrem Tragblatte invers normal gestellt, eine Disposition, die mit der bei der Blüthe von Juncus bufonius L. übereinkommt und die durch den Contakt mit einem Monochasialstrahl in beiden Fällen erklärt wird. Die Secundanblüthe besitzt nur 3 Blätter, das vierte oder eigentlich das zweite ist in Wegfall gerathen und mit ihm das Achselprodukt. Sie hat also keinen Contaktkörper in einer Axe höheren Grades, bei ihr fungiert vielmehr die Axe, die die Primärblüthe ausgegliedert, als solche: folglich ist ihre Stellung normal zum Tragblatte. Die Einzelblüthen am dritten und vierten Strahl der Inflorescenz haben als Contaktkörper die Hauptaxe, folglich weisen sie die Liliaceenstellung auf.

Nun sollte man meinen, dass analog den Secundanblüthen von Juncus filiformis auch die Gipfelblüthen von J. bufonius L. und seinen Verwandten z. B. J. Tenageia L., squarrosus L. u. s. w. ebenfalls die Stellung aufwiesen wie jene. Dies ist aber, wie Buchenau bereits nachgewiesen hat, niemals der Fall, alle Blüthen einer Sichel sind vollkommen gleich gestellt. Untersucht man aber die Sache genauer, so findet man regelmässig am Grunde der letzten Blüthe die Anlage einer weiteren, so dass auch diese scheinbare Anomalie durch den hierdurch bewirkten Vordercontakt genügend erklärt wird.

Durch diese Beobachtungen dürfte die von mir ausgesprochene Meinung begründet sein, jedenfalls erklärt sie besser als die formale Morphologie die obwaltenden Stellungen. Die von Eichler u. A. geäusserte Ansicht ist wie erwähnt falsch, da das unpaare Blatt die Distichie nur dann fortsetzt, wenn man die genetische Folge der Perigonblätter vernachlässigt und wenn man dafür aus der willkürlichen Meinung heraus, dass das erste Perigonblatt dem adossierten Vorblatte oder dem dessen Stelle einnehmenden Blatte gegenüber liegen müsse, das dritte für das erste erklärt.

Die Orientierung der Gipfelblüthe an der Inflorescenz von Juncus filiformis L. habe ich vorläufig übergangen, da ich bald auf die Natur solcher Blüthen überhaupt noch zurückkommen muss. Von grossem Interesse würde es sein, solche Juncaceenblüthen aufzusuchen, bei denen das zweite gewöhnlich fertile Blatt zwar entwickelt,

aber nicht mit einem als Contaktkörper fungierenden Achselprodukte versehen ist, um meine Meinung zu begründen, dass durch seine Anwesenheit die normale Stellung der Blüthe zum Tragblatte nicht alteriert wird. Dann erst könnte die Anschauung, dass in einem distichen Systeme die Zahl der Blätter ohne Einfluss auf die Blüthenstellung ist, als genügend begründet angesehen werden.

e. Die Blüthen der Gattungen Leucojum und Galanthus.

Untersucht man die Zwiebeln von Leucojum vernum L. und Galanthus nivalis L. kurz nach oder während der Blüthezeit, so findet man am Grunde des blühenden Stengels eine Knospe, die flache im Umrisse fast halbkreisförmige Blätter an einem breit gestreckten oben nahezu scharfen Vegetationskegel erzeugt (Taf. II, Fig. 10). Sie umfassen mit der Basis in der Form einer niedrigen Scheide den letzteren und legen sich mit dem oberen Theile flach an einander. Solcher Blätter entstehen 3, dann bemerkt man plötzlich eine Veränderung, das nächste verdickt sich an seinem Oberrande und stemmt sich damit gegen das vorhergehende Blatt. Auch das folgende 5te Blatt (Taf. II, Fig. 11) zeigt eine gleiche Erscheinung, während das sechste eine ausgeprägte Kappenform annimmt (Fig. 12). Was die Stellung der Blätter zum blühenden Sprosse anlangt, so ist das erste von der Axe abgewendet, das zweite ihr zugekehrt u. s. f., so dass das letzte wieder in ihrer Nachbarschaft sich befindet.

In dem Vegetationskegel geht etwa in der Mitte des Monats Mai*) von der Erscheinung des 5ten Blattes an eine wesentliche Veränderung vor; er wird nämlich dicker und relativ kürzer (Fig. 11). Dann spriessen plötzlich gegen den gewöhnlichen bisher befolgten Gang senkrecht zur Distichieebene an ihm zwei Blätter hervor; in der geschilderten Zwiebel trat das erste links, das zweite rechts auf, wenn die Lage des blühenden Stengels nach hinten beibehalten wurde (Fig. 12). Jetzt hat der Vegetationskegel einen fast oder vollkommen kreisförmigen Querschnitt. An ihm erscheint nun ein erstes wiederum abweichend gestelltes Blatt s^1, das erste Perigonblatt. Sein Ort befindet sich zwischen den beiden letzten Blättern nach hinten zu gelegen (Fig. 14). Das folgende Perigonblatt s^2 liegt correspondierend zu s^1 nach vorn zu, das dritte aber erscheint an dem Primordium vor dem zweiten der zuletzt an dem Vegetationskegel auftretenden Blätter.

*) Man muss die Zwiebeln um die angegebene Zeit Tag für Tag untersuchen, weil man bei der sehr gleichmässigen Entwicklung an allen Pflanzen leicht für ein Jahr einen Zustand verpasst.

Kurz nachdem das 6. auf die Frühlingsblüthe zugekehrte Blatt sich entwickelt hat, bemerkt man an der Basis des Vegetationskegels in der Achsel des 5ten Blattes einen Höcker. Löst man denselben ab, so sieht man, dass dieser ein Blatt ist, das flach gegen den Vegetationskegel angedrückt ist und einen neuen Vegetationskegel umgiebt (Fig. 12)*). Der Körper stellt den ersten Anfang der Zwiebel dar, welche im nächstfolgenden Jahre denselben Process durchlaufen wird, den ich für die im folgenden Jahre blühende Zwiebel beschrieben habe. Wie bei jener liegt das erste Blatt derselben vorn in der Achsel des 5ten Blattes, welches ihr Tragblatt ist. Da ich nun auf das sicherste nachgewiesen habe, dass der Vegetationskegel, welcher die Blätter 1—6 erzeugt, unmittelbar in die Blüthe aufgeht, so ist die bisher geltende Meinung, die blühenden Schäfte von Galanthus und Leucojum (beide Pflanzen sind in der Entwicklung vollkommen gleich) seien Axillarsprosse, nicht weiter haltbar. Die Blüthe steht terminal und die neuen Zwiebeln aus der Achsel von Blatt 5 sind seitenständig. Das Diagramm (Fig. 13), welches mit Rücksicht auf die Gestalt der Knospe entworfen wurde, giebt eine Darstellung über die Lage der Blätter und Axen.

Aus den beiden Blättern α und β entsteht die Spatha. Beide werden am Grunde ungleich hoch verbunden, und zwar hängen sie auf der vorderen Seite (immer dabei den blühenden Stengel hinten gedacht) höher zusammen als hinten, so dass man wohl glauben könnte, dass beide zusammen ein Blatt darstellten, das »die Distichie der oberen Blätter fortsetzte«. Die von den Morphologen gegenwärtig vertretene Ansicht, dass die Spatha der in der Rede stehenden Pflanzen aus zwei Blättern zusammengesetzt wird, ist demgemäss richtig, nachdem sie schon durch die bekannte Form von Galanthus nivalis mit gespaltener Spatha, die unter dem Namen Scharlockei bekannt ist, wahrscheinlich gemacht worden war. Nicht haltbar ist dagegen die Meinung, dass sie als Vorblätter der Blüthe angesehen werden sollten, da dieselbe voraussetzt, dass die Blüthen axillärer Natur seien. Sie sind zwei gegen die gewöhnliche Beobachtung gestellte Stengelblätter, die in eigenthümlicher Weise zu einer Schutzbildung umgestaltet worden sind. Ebensowenig kann die bisherige Auffassung über das theoretisch formulierte Arrangement der Perigonblätter fernerhin Geltung beanspruchen. Eichler**) meinte, »der genetische dritte Kelchtheil fiele

*) In Fig. 12 ist das erste Blatt der jungen Knospe zurückgeschlagen, um den Vegetationskegel sichtbar zu machen; in natura liegt es den letzteren verbergend der Blüthe an.

**) Eichler Blüthendiagramme I. 157. Fig. 86. *A*.

über das Tragblatt.« Setzen wir für dasselbe das letzte Blatt f^6, zu dem die beiden folgenden transversal stehen, so liegt die Blüthe derart orientiert, dass eine Ebene durch beide Blätter das dritte Kelchblatt halbiert und die Blüthe in 2 symmetrische Hälften theilt.

Um die richtige Stellung der Glieder im Diagramm zu gewinnen, muss also das transversale Paar in die gehörige Lage gebracht werden und die Blüthe ist so zu drehen, dass die Ebene durch die transversalen Blätter die erwähnte Theilung vollzieht. Sicher ist dabei, dass s^1 nach hinten fällt, während s^2 in correspondierender Stellung sich vorn befindet, s^3 aber vor β zu suchen ist.

Um einem etwaigen Missverständnisse die Spitze abzubrechen, will ich noch auf die Stellungsdifferenz des Eichler'schen Diagrammes mit meiner Darstellung hinweisen. Seiner Auffassung gemäss ist die Blüthe von Galanthus und Leucojum eine laterale, sie entspringt nach ihm, wie Irmisch*) zuerst irrthümlich dargethan hat, indem er sich durch ungenügende Vergrösserungen und falsche Analogieen leiten liess, aus der Achsel des 6. Blattes. Da man nun das Tragblatt gewöhnlich nach vorn, die Axe nach hinten stellt, so kommt eine Stellung heraus, die mit der von mir gewählten entgegengesetzt ist. Die von Eichler angenommene Axe ist selbstredend nicht der heuer blühende Stengel, sondern die Knospe für die Zwiebel, die in 2 Jahren blühen wird.

Irmisch liess sich hauptsächlich zu seiner Ansicht durch folgende Erwägung leiten: »Wollte man annehmen, die Knospe stände in der Achsel des ersten (vorletzten) Laubblattes, so würde die Stellung derselben eine ganz ungewöhnliche sein, indem dann das erste Knospenblatt vor das Mutterblatt zu stehen käme, während es doch sonst bei den Monocotylen (und auch bei den Dicotylen) meist vor der Axe steht und mit dem Mutterblatte alterniert. Eine solche Stellung dieser Knospe müsste bei dem Schneeglöckchen um so auffallender sein, da doch die Nebenzwiebel zu ihrem Mutterblatte ganz die normale Stellung einnimmt. Dazu kommt noch, dass von den untersten Seitenrändern des oberen Laubblattes eine, wenn schon äusserst niedrige, Leiste ausgeht, die rings um die Knospe herumläuft, durch welche angedeutet ist, dass die Knospe nicht das Achselgebilde des unteren Laubblattes sein könne, ja manchmal umfasst das oberste Laubblatt mit seinen unteren Rändern das Knöspchen, wenngleich nur ganz wenig.«

Ich bedaure auf das Lebhafteste, dem vortrefflichen Morphologen, dessen gründliche und originelle Untersuchungen mich oft zur lebhaften Bewunderung hingerissen haben, einen Widerspruch entgegen

*) Irmisch Morphologie der Knollen- und Zwiebelgewächse 97.

setzen zu müssen. Offenbar lässt sich der erste Satz, dass die Stellung des ersten Knospenblattes bei den Monocotylen und auch bei den Dicotylen meist dorsal median sei, in dieser Form nicht mehr aufrecht erhalten, für die letzgenannte Pflanzengruppe ist er geradezu unrichtig. Wenn ferner die Stellung wirklich meist dorsal median ist, so kann daraus entschieden nicht logisch gefordert werden, dass sie unter veränderten Bedingungen auch immer so bleiben müsste. Die Gefahr, dass man aus Analogieen zu weit schliessen kann, liegt sehr nahe und diese Klippe ist von den Morphologen, die sich hauptsächlich dieser Schlussmethode bedient haben, leider nur zu häufig nicht vermieden worden. Anstatt zu untersuchen, wie die Sache liegt, schloss man, während doch gerade die Untersuchung der gegebenen Verhältnisse eine besondere Forderung der exacten Wissenschaften sein soll. Man ist aber sogar über dieses Ziel noch hinausgegangen. Eher als man von den Analogieschlüssen abzuweichen geneigt war, nahm man an, das Bild, welches das reale Objekt bietet, ist nur eine Täuschung, eine Vorspiegelung der Natur, das wahre Wesen der Dinge ist so, wie dasselbe aus den Analogieen construiert wurde.

Wie falsch der Weg ist, den man nach dieser Methode verfolgt, wird an dem vorliegenden Beispiele recht klar. Das Paradoxon geht nämlich noch viel weiter, als Irmisch sich vorstellte.

Wenn nämlich eine sterile Zwiebel, die noch zu schwach ist, um die Blüthen zu entwickeln, jene Knospe anlegt, welche ich als laterale nachgewiesen habe, so ist das erste Blatt nicht auf Blatt 5 zu, sondern auf der entgegengesetzten Seite gelegen. Hiermit ist der klare Beweis geliefert, dass die veränderten Bedingungen, nämlich der übermässig sich vergrössernde und zu einer Blüthe umgestaltete Vegetationskegel, die Abweichung von der häufig dorsal medianen und auch bei dem Schneeglöckchen in dieser Weise zu beobachtenden Lage, hervorbringt.

Aus den Erfahrungen, die wir an den beiden Pflanzen gemacht haben und die von den Resultaten einer speculativen Auffassung der Morphologie so ausserordentlich abweichen, geht zur Genüge hervor, wie sehr man sich davor zu hüten hat, die auf dem Wege der Analogieen gefundenen Stellungsverhältnisse als genetische anzusehen, so lange man der Genesis wirklich den zukommenden Inhalt des Wortes erhalten will. Die wirkliche Ontogenie liefert eben oft ganz andere Resultate, wie die constructiv verfahrende Theorie, welche die realen Vorgänge nicht prüft. Will man nun freilich der Genesis einen anderen Inhalt zugestehen, will man Verschiebungen und Anlageverspätungen etc. zulassen, so kann die wirkliche Beobachtung dagegen nicht viel ausrichten. Wer unbedingt die Stellung haben will, die im

EICHLER'schen Diagramme ihren Ausdruck findet, der wird durch Correkturen der Natur leicht zu dem gewünschten »Plane« kommen. Man kann sich ja auch denken, dass sich der Vegetationskegel des Systems so ausserordentlich verkleinert, nachdem er von der Blüthe, dem vorausgesetzten Axillarsprosse, bei Seite geschoben worden ist, dass ihn Niemand mehr sieht, er »zieht sich«, wie EICHLER*) ähnlich einst von den Stylodien der Zingiberaceen angenommen hat, »in den Körper der Axe zurück«. Für jeden Naturforscher, dem aber in erster Linie die reell wahrnehmbaren Bilder Thatsachen und nicht gefälschte Verhältnisse sind, können solche Unterstellungen nur Umschreibungen, nur vorgefasste Meinungen sein. Heutzutage, wo sogar die Ähre der Cyperaceen keine Einzelblüthen mehr trägt, sondern wo durch Abort, Verwachsungen und Verschiebungen die einfachsten Wahrnehmungen Veranlassung zu den compliciertesten Umformungen geben, kann nicht oft genug darauf aufmerksam gemacht werden, dass man die Thatsachen zuerst genetisch festzusetzen hat, ehe man aus vieldeutigen Beobachtungen eine vorgestellte Genesis construiert.

An die Besprechung des Schneeglöckchens und Märzbechers schliesst sich am natürlichsten die Entwicklungsgeschichte der Inflorescenz und Blüthe von Leucojum aestivum an. Ich untersuchte die Pflanze in der ersten Decade des Juni. Die Anlage der Zwiebel für das nächste Jahr vollzieht sich in der analogen Weise, wie bei den vorhin behandelten Pflanzen, ob immer die Zahl der vorausgehenden Blätter genau übereinstimmt, habe ich zu ermitteln verabsäumt. Die flachen Spreiten der Phyllome verdicken sich nun nach und nach an der Spitze und stemmen sich wie Halbbögen eines Gewölbes über den Vegetationskegel hinweg gegen die auf der anderen Seite befindlichen Blätter. Der letztere bildet sich allmälig zu einer kürzeren und dickeren Form um (Fig. 15). Die lange Axe des Ellipsoids wird kürzer, die andere nimmt an Ausdehnung zu. Während dies geschieht, gliedert sich am Grunde des vorletzten Blattes ein neuer, also axillär gestellter Vegetationskegel aus (Fig. 18), dessen erstes Blatt wieder wie bei den vorigen Gewächsen vor dem Tragblatte liegt. An dem Vegetationskegel der Primäraxe erscheinen nun die zwei transversal gestellten Blätter (Fig. 15), die sich bald überdecken, dergestalt dass das ältere das jüngere übergreift (Fig. 18). Hebt man beide ab, so sieht man einen nennenswerthen Unterschied, indem der Vegetationskegel nicht kreisförmigen Umriss hat, sondern ellipsoidisch gestreckt bleibt. Jetzt bemerkt man eine auf der langen Axe senkrecht stehende Furchung, die den Körper in zwei nicht ganz gleiche

*) EICHLER in Sitzungsberichten der Berliner Akademie 1884. p. 594.

Portionen zerlegt (Fig. 18); jede liegt natürlich vor einem der beiden Blätter. Normal zu dem Blatte, das den grösseren Theilkörper stützt, treten nun im Contakte mit dem kleineren 2 Blätter auf, von denen das axenwärts gelegene früher sich zeigt, als das auf der anderen Seite befindliche; nach beiden gliedert sich vor dem entsprechenden Hüllblatte ein drittes aus. Das zweite Primordium hält denselben Gang inne, als Contaktkörper fungiert jetzt die schon ziemlich weit herangewachsene erste Blüthe (Fig. 16).

Unterhalb der beiden Blüthen zeigen sich nun an den verlängerten Trägern derselben Neubildungen (Fig. 16*fl'*). Sie liegen zu den Blättern, welche beide stützen, seitlich und zwar meist oder vielleicht immer auf derselben Seite zu ihnen. Giebt man also dem Blüthensysteme eine feste Stellung, so liegt die eine auf der rechten, die andere auf der linken Seite derselben. Tragblätter zu diesem Sprosse sind zuweilen, doch nicht immer, bemerkbar. Ehe nun die weitere Ausbildung vor sich geht, wird die Basis der beiden Primärblüthen bedeutend verdickt, dem entsprechend haben sich auch die neuen Primordien transversal vergrössert und neben ihnen hat sich nach der Berührungsfläche beider Hauptblüthen hin ein neuer Körper aus den Primordien zweiten Grades entwickelt. Auch hier kann zwischen den letzten Primordien und der Berührungsfläche beider Primärblüthen, auf die das ganze Sprosssystem sich zu bewegt, wieder ein specielles Tragblatt des letzten Sprosses ausgegliedert sein (Fig. 17 β^2), es kann aber auch fehlen, wie überhaupt diese Begleitblätter ohne erkennbare Regel bald auftreten, bald nicht zu constatieren sind. Es ist einleuchtend, dass bei zwei auf einander folgenden Begleitblättern das jüngere als das Vorblatt der Blüthe zu betrachten ist, die sich in der Achsel des älteren, seines Deckblattes befindet.

Ich habe nun die Annahme der früheren Beobachter bestätigt gefunden, dass die Neubildungen immer an derselben Seite der relativen Hauptaxe auftreten; in der in Taf. II, Fig. 17 gezeichneten Partialinflorescenz liegen sie immer links. Die Specialinflorescenz, die mit der anderen Hauptblüthe beginnt, ist ganz genau ebenso entwickelt, auch bei ihr wird die folgende Neubildung immer auf der linken Seite zu suchen sein. Da nun jede relative Hauptaxe in eine Blüthe aufgeht, unterhalb deren eine neue Axe sich entwickelt, so ist der Blüthenstand ein Monochasium; desshalb aber, weil die neuen Strahlen immer gleichsinnig zur relativen Hauptaxe gestellt sind, ist er eine Schraubel.

Werfen wir jetzt einen Blick auf die Orientierung der Perigonblätter, so machen wir eine neue Erfahrung, die uns bis jetzt noch nicht in dieser Gestalt begegnet ist. Ich habe die Verhältnisse, welche

eintreten, wenn die Blüthen von einem Deckblatte gestützt, mit einem hinteren Contaktkörper versehen und von einem Vorblatte begleitet sind, oben bei Scilla Italica, Lilium bulbiferum u. a. Pflanzen untersucht und konnte zeigen, dass in diesem Falle das Vorblatt an den Ort des ersten Perigonblattes einrückt und dass sich die Örter der übrigen um je einen Platz verschieben, wobei eine seitliche Abweichung des vorderen Perigonblattes dann nicht zu verkennen ist, sobald das Vorblatt eine beträchtlichere Grösse hat. Das dritte Perigonblatt tritt zwischen Axe und Vorblatt. Sehen wir uns die Verhältnisse bei Leucojum aestivum an, so sind sie durchaus abweichend. Nennen wir das Blatt β, vor dem das jüngere Glied des Paarlings liegt, der aus dem Zerfall des Vegetationskegels entstanden ist, das Tragblatt derselben (eine Beziehung, die angefochten werden kann, weil offenbar nur durch eine theoretische Transformation diese Blüthe zu einer axillären zu machen ist), so ist β' ihr Vorblatt. Dieses ist zweifellos das Tragblatt für die Blüthe fl', da das Primordium derselben in seiner Achsel als echt lateraler Spross hervorgekommen ist: das Vorblatt von fl' ist aber β^2. Nach den früher gesammelten Erfahrungen würde nun zu erwarten sein, dass s' als zweites Glied mit β^2 an dem Primordium normal zum Tragblatte entstände, es müsste also auf der rechten Seite der Blüthe liegen und die übrigen Perigonabschnitte müssten in rechtsumläufiger Verbindungscurve sich anschliessen.

Die mitgetheilte Figur (Taf. II, Fig. 17) beweist aber, dass diese Voraussetzung irrig ist. Durch den neu auftretenden Vegetationskegel v ist nämlich zur Zeit, wo die beiden ersten Perigonblätter normal zum Tragblatte sich entwickeln, das Vorblatt β^2 von dem Primordium der Blüthe fl' weit abgerückt. Es fungiert also nicht als Contaktkörper. Der neue Vegetationskegel hat aber eine so tiefe Stelle an der Blüthe inne, dass auch sein Contakt ausgeschlossen ist. Diese Veränderung bewirkt, dass sich das Blumenprimordium fl' unter gleichen Bedingungen befindet, wie eine vorblattlose Blüthe, und folglich erscheinen die beiden ersten Perigonblätter normal zum Tragblatte, das dritte tritt vorn auf. Verbinden wir nun die drei Blätter, von denen das letzte, wie deutlich gesehen wird, wiederum beträchtlich tiefer an dem abfallenden Gipfel des Primordiums sich einstellt, durch eine Curve; so geht dieselbe in derselben Richtung, wie sie verlaufen müsste, wenn das hintere erste Blattpaar aus Vorblatt und dem ersten Perigonblatte zusammengesetzt würde, nämlich rechts herum.

Warum die Verbindungscurve diesen Gang einhält, habe ich bis jetzt nicht erörtert, ich will aber den Versuch machen, ihn mechanisch zu erklären. Wir wissen, dass das in Taf. II, Fig. 17 darge-

stellte Blüthensystem von zwei Blättern, die ich oben mit α und β bezeichnet habe, umschlossen wird. Die Druckmaxima liegen für jede Hauptblüthe in der Ebene durch die Mediane von α resp. β und den Contaktkörper; das Auftreten von Blüthen vor α und β, die vollkommen gleichgestellt wären wie die beiden ersten, ist also so gut wie ausgeschlossen, wenn nicht solche Dehnungserscheinungen im Achselgrunde der stützenden Blätter vor sich gehen, welche uns bei Asparagus begegneten. Davon zeigt aber die Beobachtung nichts. Treten an den beiden Blüthen Neubildungen hervor, so können sie nur an den Seiten derselben sich anfügen; dafür dass sie auf den gleichen Seiten erscheinen, weiss ich keine bestimmte Ursache, wir werden aber unten einen Fall kennen lernen, wo sie bei einem ähnlichen Blüthenstande bald auf dieser, bald auf jener Seite der ersten beiden Blüthen hervorspriessen.

Wir werden den Bedingungen, welche die Anlage der Seitenblüthen überhaupt ermöglichen, ohne Zweifel näher kommen, wenn wir eine gleichaltrige Knospe von Leucojum vernum mit der von Leucojum aestivum vergleichen. Der Unterschied, welcher uns zuerst auffällt, besteht darin, dass die Primärblüthen der letzterwähnten Pflanze auf einem Podium erhoben sind, während die erstere einen derartigen Stiel nur in viel geringerem Masse besitzt. Es wird einleuchtend sein, dass durch die frühe Entwicklung eines Trägers der Blüthe überhaupt erst der Raum geschaffen wird, in dem sich die Neubildung einstellen kann.

Betrachten wir ferner eine jugendliche Primärblüthe genauer, so erkennen wir, dass sie sich ziemlich kurz in den Stiel verjüngt. Indem sich der eigentliche Blüthenkörper also über seinen Träger hervorwölbt, wird unter ihm eine Nische geschaffen, die sich als Lücke zwischen ihr und dem durch die Blüthe abgedrängten Tragblatte aufthun müsste, wenn sie nicht durch eine auftretende Neubildung ausgefüllt würde. Ob nun ein Tragblatt unterhalb jener hervorgesprossen ist oder nicht, wird, da die Flanke des Stützblattes der Primärblüthe gegen das Primordium als echtes Tragblatt functioniert, in den Contaktverhältnissen ebensowenig einen Unterschied hervorbringen, wie bei der Asparagusblüthe, in der auch ein Theil des Tragblattes des ganzen Achselsprosses als Vordercontakt wirkte.

Die Gestalt des primären Blüthenprimordiums ist im Querschnitte gerundet dreiseitig; dort, wo sich die beiden ersten Blüthen berühren, wölben sie sich zuerst stärker über den Blüthenstiel als vorn. Demgemäss müssen diese Seiten auch die Tragblätter weiter nach aussen schieben als an den anderen Theilen des Umfanges. Dieser Umstand bedingt, dass die Neubildungen immer wieder an den Seiten der

vorhergehenden auftreten werden, welche nach der gemeinschaftlichen Berührungsfläche beider Primärblüthen zu gewendet sind. Der gleiche Faktor bringt auch zu Wege, dass trotz des an der Basis der Neubildung hervortretenden neuen Blüthenprimordiums doch das erste Blatt an jener über dem letzten Vegetationskegel erscheint; in Taf. II, Fig. 17 sehen wir sehr deutlich, dass der Ort, wo an *fl*[1] das s^1 hervorgetreten ist, der beste Platz in dem ganzen System sein muss.

Die beiden ersten Perigonblätter der Primärblüthen sind von sichtlich verschiedener Grösse; die Secundanblüthen erscheinen, so weit meine Erfahrung reicht, bei Leucojum aestivum immer unter dem ersten Perigonblatte: es wäre also nicht unmöglich, dass die Ursache, welche die Seiten bestimmt, an der sich die Secundärblüthen einstellen, in diesem Unterschied von s^1 zu s^2 zu finden wäre.

Was den relativen Curvengang in den Blüthen jeder Specialinflorescenz anbetrifft, so vermögen wir denselben nach den aufgeführten Daten leicht zu bestimmen. Nehmen wir an, die erste der beiden Hauptblüthen stehe rechts, so liegt das erste Perigonblatt axenwärts, die Verbindungscurve der Perigonblätter verläuft linkswendig; bei der Secundanblüthe aus ihrem Fusse liegt s^1 axenwärts links, folglich geht die Verbindungscurve linkswendig, ebenso bei den übrigen Blüthen dieser Specialinflorescenz, alle Blüthen sind also homodrom. In der zweiten der beiden Hauptblüthen liegt s^1 vorn, die Verbindungscurve geht also ebenfalls in linker Wendung; bei der ersten Neubildung befindet sich s^1 auf der rechten Seite vorn, folglich ist auch ihr Curvenverlauf linkswendig, ebenso ist es bei allen anderen Blüthen; in der Inflorescenz von Leucojum aestivum haben also sämmtliche Blüthen vollkommen übereinstimmenden Curvengang, vorausgesetzt, dass sie in allen Fällen sich in der Weise entwickeln, welche ich nach dem vorliegenden Beispiele geschildert habe.

Ich habe zuweilen neben dem Hauptblüthenstande noch einen zweiten auftreten sehen (Taf. II, Fig. 18 *Kn.*), eine Erscheinung, die mir einmal auch bei Leucojum vernum (Taf. II, Fig. 12 *Kn.*) begegnete. Sie befand sich im Bereiche des vorletzten Laubblattes, stand aber nicht in der Mediane, die vielmehr von der Zwiebel des nächstfolgenden Jahres besetzt war, sondern seitlich, fast genau in der Längsaxe des ellipsoiden Hauptblüthenstandes. Sie wurde von einem eigenen kleinen Tragblatte gestützt und zeigte nach Abtragung desselben zwei an den Enden der langen Axe des quergestreckten Vegetationskegels befindliche Blätter, α^1 und β^1, von denen das erste nach der Axillarknospe zu gelegen war. Man sieht nicht allzu selten bei Leucojum aestivum aus ein und derselben Zwiebel zwei Schäfte hervorgehen, woraus geschlossen werden kann, dass diese Beobachtung, die an dem

gewöhnlichen Märzbecher durchaus zu den Seltenheiten gehört, hier häufiger gemacht werden wird.

Die Gattung Hemerocallis lehnt sich in manchen Arten an Leucojum aestivum an, weicht aber in einigen Vertretern wieder recht wesentlich ab. Bei H. flava finden sich sehr schöne vielblüthige Schraubeln, die geradezu als Typus für diesen Blüthenstand mit Recht schon mehrfach angeführt worden sind. H. radicans und fulva dagegen bieten mannigfache Varianten. Insbesondere habe ich die erste der zuletzt erwähnten Species berücksichtigt, weil sie im Gegensatze zu H. flava sehr wenige sterile Sprosse treibt; sie ist wegen ihrer zahllosen blühenden Triebe für die Untersuchung vortrefflich geeignet. Die Anlagen der einzelnen Blüthen kann man noch in der ersten Decade des Mai gut studieren, wenn die Blüthenknospen schon deutlich sichtbar werden, denn es sind unter diesen Umständen immer noch eine genügende Zahl in jungen Stadien vorhanden. Sie stehen ausnahmslos in der Achsel von Tragblättern und sind aus eben dieser Ursache auch regelmässig von einem Vorblatte begleitet.

Die Ausbildung der Blüthe ist wieder von den Verhältnissen, die bis jetzt geschildert wurden, verschieden. An dem flachen quergestreckten Vegetationskegel des jüngsten Blüthenprimordiums erscheinen zwei Blätter f^1 und f^2, beide in Normalstellung zu dem in Taf. II, Fig. 21 abgetragenen Tragblatte. Das erste ist das Vorblatt der Blüthenanlage, das zweite ist das erste Perigonblatt derselben. In der Richtung der kurzen Axe tritt nun excentrisch auf f^1 zu gelegen eine Furchung auf, durch die erst ein neues Blüthenprimordium von dem gemeinsamen Körper abgetrennt wird. Dieses bleibt vorläufig in der Entwicklung zurück, während der grössere Abschnitt sich über dasselbe erhebt. Erst jetzt entsteht das zweite Perigonblatt und zwar wiederum mit dem ersten normal zum Tragblatte der Blüthe. Es fällt über das Achselprodukt des Vorblattes (Taf. II, Fig. 20). Nach ihm erscheint das dritte an dem abschüssigen Primordium vor dem Tragblatte.

Bei Scilla Italica lag das zweite Perigonblatt vorn, bei Leucojum aestivum befand es sich mit Perigonblatt s^1 in Normalstellung und zwar von der Axe nächst höheren Grades abgewendet, bei Hemerocallis radicans ist das gleiche Verhältniss, nur liegt es, da Perigonblatt 1 auf der anderen Seite steht, über dem nächsten Primordium. Aus der Erscheinung der beiden ersten Blätter, Perigonblatt 1 und Vorblatt, sowie aus dem Umstande, dass der Contakt mit der Axe folgenden Grades durch die Streckung des Blüthenprimordiums aufgehoben ist, wird auch diese dritte Form der Perigonanlage genügend mechanisch erklärt.

Diese Varianten zeigen, dass die bisherigen Vorstellungen über den Blüthenanschluss bei einem seitlichen Vorblatte irrthümlich waren, ganz abgesehen davon, dass die Vielgestaltigkeit nicht bekannt war. Bei den entwickelten Blüthen ist auch hier keine Andeutung mehr davon vorhanden, wie die Genesis verlief, ein neuer Beweis dafür, dass sich alle derartigen Beobachtungen nur aus der Entwicklungsgeschichte, nicht aber aus den Betrachtungen an weiter entwickelten Knospen gewinnen lassen. Von einer genetischen Spirale in dem Sinne der bisherigen Morphologie kann aus oben erörterten Gründen keine Rede sein; dagegen scheint mir die Berücksichtigung der Contaktverhältnisse die Mannigfaltigkeit genügend zu erklären.

An dem von mir im Auge behaltenen Blüthenstande tritt das Vorblatt immer gleichsinnig zum Tragblatte auf, also rechts. Die Verbindungscurve der Perigonblätter in den aufeinanderfolgenden Blüthen verläuft also stets gleichsinnig, demgemäss stellt der Blüthenstand sowohl nach der Anordnung der Dichasialstrahlen, wie nach dem Umlauf der Verbindungscurve wieder eine Schraubel dar.

Die Inflorescenz von H. radicans zeigt aber sehr mannigfache Abwandlungen. Wenn man sie in der letzten Hälfte des Aprils untersucht, so gelingt es leicht, die ersten Zustände, welche denen von Leucojum aestivum entsprechend verlaufen, wahrzunehmen. Es tritt unter der Umhüllung der beiden obersten Blätter, welche später die beiden Specialinflorescenzen einschliessen, eine ellipsoide Umformung des Vegetationskegels ein, dann erscheint eine senkrecht zur Längsaxe verlaufende Furchung und unter Wechselcontakt werden zwei Blüthen in normaler Orientierung zu je einem Hüllblatte aufgebaut. Leider habe ich die Stellung der ersten Blätter an den sich den Rücken zukehrenden Blüthen verabsäumt aufzunehmen. Die Orte für die Entstehung der Secundanblüthen an diesen ist sehr wechselnd, bald liegen beide auf derselben Seite der Mediane, bald auf verschiedenen Seiten. In den meisten Fällen scheinen die successiven Axen höheren Grades wieder nach den Berührungsflächen beider Primanblüthen sich hinzubewegen, wodurch die schraubelige Verkettung der Spiralinflorescenzen mit Gleichläufigkeit der Verbindungscurven aller 3 Perigonblätter gewährleistet wird. Dagegen ist nicht nothwendig, dass die Primanblüthe mit ihrer Secundanblüthe immer gleichläufig gebaut ist. In dieser Verknüpfung können und werden Abweichungen vorliegen, weil die Secundanblüthen so variable Stellungen zur ersten Blüthe zeigen. Diese Veränderung in der Lage hat nichts überraschendes, ist im Gegentheil in einem distichen Systeme nothwendig vorauszusetzen. Die Blätter sind bei Sprossen mit derartiger Blattstellung so befestigt, dass ein Hauptschnitt durch eine Mediane zugleich alle anderen Medianen

trifft. Diese Thatsache gilt nicht blos für Hemerocallis, sondern auch für Galanthus etc. Ein Unterschied zwischen beiden Gruppen liegt aber insofern vor, als Galanthus die Blüthen innerhalb einer Zwiebel anlegt, in der durch den blühenden Spross und die Neuanlage einer anderen Zwiebel Verschiedenheiten zwischen der Seite, wo das 5., und der, wo das 6. Blatt steht, vorhanden sein müssen. Diese Differenz macht sich auch geltend in der Stellung des ersten Blattes an dem Axillarsprosse, je nachdem die Zwiebel, welche ihn hervorbringt, blüht oder steril ist. Aber auch die rechte und linke Seite können nicht unter gleichen Bedingungen stehen, da bei Leucojum an dem Vegetationskegel nach dem Blatte 5 und 6 zwei transversale Blätter succedan entstehen. Lässt man auch zu, dass diese Eigenthümlichkeiten nicht von Druckdifferenzen abgeleitet werden kann, sondern dass die aufeinander folgende Anlage beider eine inhärente vererbte Eigenthümlichkeit ist (d. h. mit anderen Worten, dass wir sie vorläufig nicht erklären können); so wird doch durch ihr Auftreten eine Ungleichheit rechts und links geschaffen, die ihren Ausdruck jedenfalls in der früheren Anlage des nach rückwärts gestellten ersten Perigonblattes von Leucojum vernum und Galanthus nivalis findet.

Solche Differenzen können nach den gegenwärtigen Kenntnissen bei Hemerocallis radicans nicht vorausgesetzt werden. Die Sprosse, welche die Inflorescenzen erzeugen, sind nicht beeinflusst durch benachbarte Axen, die Distichie ihrer Blätter ist eine fortlaufende bis zu den Hüllblättern des Blüthenstandes, folglich sind bis zur Entstehung des Blüthenpaarlings an der Spitze die Bedingungen auf beiden Seiten gleich und beide Blüthen müssen symmetrisch gegen die Mediane getheilt werden können. Die Wahrscheinlichkeit, dass die einseitig auftretenden Secundanstrahlen auf dieselbe oder auf entgegengesetzte Seiten fallen werden, ist also gleich gross und in der That habe ich bei Hemerocallis radicans, die ich darauf hin nur genauer prüfte, beide Fälle häufig beobachtet. Liegen die Axen zweiter Ordnung auf derselben Seite zu den ersten Blättern, d. h. also bei fester Stellung der Inflorescenz auf verschiedenen Seiten, so tritt in der Regel das Verhalten ein, das wohl bei Leucojum aestivum typisch ist, es entstehen zwei Schraubeln. Treten sie dagegen bei derselben Fixierung der Inflorescenz auf dieselbe Seite, d. h. mit anderen Worten, liegen sie zu dem einen der obersten Blätter rechts, zum anderen links, so bemerkt man, dass die folgenden Sprosse sich bald auf einander zu nach der Berührungsfläche der Primanblüthen bewegen, bald sich von einander entfernen.

Befinden sich die Secundanblüthen bei fester Stellung der Inflorescenz auf derselben Seite, so werden sie sich oft berühren. Dann

liegt an diesem Orte die geringste Möglichkeit vor, dass die Axen niederen Grades sich gegen einander bewegen. In der That treten auch in diesem Falle die neuen Primordien auf den abgewendeten Seiten der Secundanblüthen auf. Bleibt in jeder Neuanlage die Richtung zur Ausgliederung einer folgenden stetig dieselbe, so werden wieder zwei Schraubeln entwickelt. Ich habe aber auch beobachtet, dass nach Anlage der Tertianblüthe die vierte zwischen die zweite und dritte zu stehen kam, wodurch natürlich eine wickelige Verkettung gebildet wurde.

Ich habe diese Fragen nur in ihren allgemeinsten Umrissen geprüft, es wäre aber eine nicht unlohnende Aufgabe, sie unter Berücksichtigung der Contakterscheinungen eingehender zu studieren und die verschiedenen Fälle auf Grund der Untersuchung jüngerer Knospen genauer festzulegen.

f. Die Blüthen der Hydrocharitaceen.

Die Gattung Hydrocharis weist ebenso einige Beziehungen mit den Vorkommnissen auf, die ich bei Leucojum aestivum geschildert habe. Was den vegetativen Aufbau dieser in mehrfacher Hinsicht interessanten Wasserpflanze anbetrifft, so besitzen wir eine ganz ausgezeichnete Studie über denselben von Rohrbach.*) Mit aller Sorgfalt, die der sehr schwierige Gegenstand erfordert, hat der Verfasser die sympodialen Sprossverkettungen mit ihren eigenthümlichen Spaltungen des Vegetationskegels und dem späteren Auftreten der Tragblätter untersucht. Die Inflorescenzen entstehen in den Achseln des zweiten Laubblattes jedes Specialsprosses, dem ein erstes Laubblatt und drei Niederblätter vorausgegangen sind. Neben ihr befindet sich transversal zum Tragblatte gestellt die jüngste Anlage eines neuen Laubtriebes. (Taf. II, Fig. 22 *Kn.*)

Die erste Anlage der Inflorescenz geschieht früher als die der daneben befindlichen Laubknospe, welche sie ziemlich hoch herauf berührt. Das erste Blatt an jener erscheint transversal zu dem Tragblatte (Taf. II, Fig. 22 f^1) und zwar auf der von ihrem Begleiter abgewendeten Seite. Bald darauf folgt auf der anderen über der Laubknospe ein zweites scheidenförmiges Blatt (Taf. II, Fig. 23 β). In kurzer Zeit hat das erste untere (dieselbe Fig. α) und stets bemerkbar grössere das kleinere β umfasst; in den Achseln beider bilden sich nun kleine Seitensprosse, fl^1, fl^2, die beide zu Blüthen umgewandelt

*) Rohrbach Beiträge zur Kenntniss einiger Hydrocharideen in Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle 1871.

werden, indess der eigentliche Vegetationskegel *t* sich ebenfalls zu einer solchen transformiert. Nach ROHRBACH entstehen analog zu der Erscheinung in der Achsel des Laubblattes auch in denen der Vorblätter α und β wieder seitliche Laubknospen, von denen er aber meinte, dass sie sich wohl kaum später entwickelten.*)

Der Stellung nach sollen sie sich bald vorn bald hinten befinden; aus seinen Zeichnungen ersehe ich aber, dass sie nur seitliche Position haben, wobei sie aber zu dem Hauptstrahle aus den Hochblättern bald rechts bald links liegen, dass also dieselben Verhältnisse gefunden werden wie bei Hemerocallis radicans. ROHRBACH hat vielleicht dieselbe Meinung ausdrücken wollen, indem er vorn und hinten nicht auf die Seitenblüthen und deren Tragblatt, sondern auf das Tragblatt des ganzen Systems bezog. Ich sah im Gegensatze zu dem vortrefflichen Morphologen an meinen Pflanzen gewöhnlich nur Begleitblüthen an der ersten Seitenblüthe aus α.

Die ersten Lateralstrahlen der Achselprodukte aus α und β treten deutlich aus dem Körper der Blüthen hervor und zeigen also ganz dasselbe Verhältniss wie die Schraubelblüthen von Leucojum aestivum und Hemerocallis. Sie müssen daher als ein monochasialer Verband angesprochen werden. In einzelnen Fällen kommen auch an beiden Seiten Blüthen hervor, so dass ein Dichasium gebildet wird. ROHRBACH hat die Natur der Specialinflorescenzen als wickelig bestimmt, eine Auffassung, der ich, wie aus Taf. II, Fig. 24 hervorgeht, beipflichten kann: denn die Axen folgenden Grades liegen zu der vorhergehenden abwechselnd rechts und links.

ROHRBACH betonte ausdrücklich, dass die consecutiven Blüthen aus den Axen der vorhergehenden hervorbrechen, und macht darauf aufmerksam, dass sie nicht aus dem Gewebe am Grunde der Blätter α und β entspringen. Für die erste Blüthe habe ich diese Beobachtung ganz bestimmt wiederholen können, auch die zweite dürfte sicher aus dem Stielchen der vorigen sich entwickeln; dagegen konnte ich nicht die bestimmte Überzeugung gewinnen, dass derselbe Process bei den folgenden stattfände. In der von mir mitgetheilten Figur sieht man deutlich, der letzte Blüthenkörper steht so tief, dass er den Blattgrund berührt. Ob also diese Blüthe eine echte Wickelblüthe ist, oder ob sie und die noch etwa folgenden wie die entsprechenden Körper bei Asparagus von dem Gesichtspunkte der geschaarten Sprosse zu betrachten ist, wage ich nicht zu entscheiden.

Wir wollen nun die Orientierung der Perigonblätter an den männlichen Blüthen genauer ins Auge fassen. Gewöhnliche uns immer von

*) ROHRBACH l. c. 30.

neuem begegnende Orientierung finden wir dort, wo die gewöhnlichen Bedingungen vorliegen, d. h. bei den ersten Lateralstrahlen in der Achsel der Hüllblätter: die ersten zwei Perigonblätter fallen normal zum Tragblatte, das unpaare liegt vorn. Die übrigen Blüthen der Wickel liessen mich einen Unterschied gegen die bei den Schraubeln vorkommenden Verhältnisse nicht wahrnehmen, nur schienen die Verbindungscurven der Perigonblätter keine regelmässige Gegenläufigkeit zu zeigen. Diese Wahrnehmung stimmt auch mit den Angaben von Rohrbach und Irmisch überein, dass die wickelig verketteten Sprosse nicht ausnahmslos antidrome Blattstellung an den consecutiven Axen zeigen.

Die Terminalblüthe befindet sich aber unter anderen Bedingungen. Ihr gehen die beiden Vorblätter α und β voraus (Taf. II, Fig. 23). In der Achsel eines jeden derselben liegt ein neuer Vegetationskegel. Nun ist zwar, wie zu erwarten, das Primordium in der Achsel von α grösser als das in der Achsel von β; das letztere ist aber um so viel höher an der gemeinschaftlichen Axe inseriert, dass es dem Scheitel von t näher liegt als jenes. Es ist also der nächste Contaktkörper für die Blüthe t. Das erste Perigonblatt fällt dementsprechend über α, so dass die Distichie, welche durch α und β eingeleitet wird, von diesem fortgesetzt wird. Entsprechend dem Contakte mit dem β-Primordium kann nun über diesem nicht wieder ein einfaches Blatt auftreten, sondern hier erscheint ein Perigonblattpaar. Diesem Vorgange entsprechend erfolgt auch die Deckung in der entwickelten Blüthe.

Dieser Fall ist bis jetzt nicht erwähnt worden, er erfordert also das besondere Interesse.

Es liegt sehr nahe, die hier obwaltenden Verhältnisse mit denen zu vergleichen, welche bei Leucojum vernum und Galanthus nivalis auftraten. Auch bei diesen lag das Perigon in einer ganz bestimmten Beziehung zu den Blättern α und β. Während aber Hydrocharis das erste Blatt über α stellt, tritt bei Leucojum zwischen α und β ein Perigonblattpaar auf, welchem in zweiter Linie das dritte vor β folgt.

Betrachten wir uns nun die Gestalt des Vegetationskegels von Galanthus nivalis Fig. 14, so fällt zunächst der erhebliche Unterschied ins Auge, dass der Scheitel von den beiden Blättern fast ganz verdeckt wird. Die beiden Perigonblätter aber treten gerade in die Lücken zwischen ihnen. Da ich nun angegeben habe, dass sich die letzten Laubblätter mit ihren oberen Rändern über die Blüthenknospe hinweg gegeneinander stemmen und so eine Art Gewölbe bilden, so müssen an diesen Stellen Orte geringeren Druckes liegen, als an den übrigen des Vegetationskegels.

Bei Hydrocharis sind zwar auch zwei Begleitblätter entwickelt, diese decken aber den Vegetationskegel nicht zu, er ist vollkommen frei. Hier liegt, wie erwähnt, das β-Primordium viel näher, als das in der Achsel von α, wenn daher das erste Perigonblatt über das untere Vorblatt tritt, so nimmt es wieder die Stelle geringsten Druckes ein und auf diese Weise wird der Gegensatz zwischen beiden Blüthen genügend, wie ich meine, erklärt.

Bei Elodea Canadensis Mchx. wird, was die weibliche Blüthe anbetrifft, ganz die gleiche Erscheinung wahrgenommen, während, wie wir sehen werden, die von Hydrocharis Abweichungen bietet. Bei Elodea fällt der erste Kelchtheil dem β-Vorblatte diametral gegenüber und liegt also oberhalb α. Eichler*) erkannte darin eine Mittelstellung zwischen den beiden Grenztypen, die er für trimere spiralige Blüthen mit zwei Vorblättern aufgestellt hatte. Ich habe leider seiner Zeit verabsäumt, die Contaktverhältnisse zu prüfen, es wäre also eine wünschenswerthe Sache, die Beobachtung wieder aufzunehmen, wenn sie auch wegen des bei so vielen Wasserpflanzen sehr unbequemen Schleimes nicht ganz leicht ist.

Was nun die weibliche Blüthe von Hydrocharis morsus ranae angeht, so verhält sie sich ganz anders. Der Vegetationskegel erzeugt hier nur ein Begleitblatt und zwar liegt dasselbe der Laubknospe wieder gegenüber. Das zweite Blatt, das an dem Blüthensprosse erscheint, ist nun das erste Perigonblatt. In dem einen Vorblatte tritt ein Seitenstrahl nicht auf. Das zweite Perigonblatt fällt auf das Tragblatt zu, das dritte zwischen das Vorblatt und die Axe.

Die weibliche Blüthe stimmt demgemäss in ihrer Disposition mit den Verhältnissen überein, die ich bei Scilla Italica beschrieben habe, sie ist genau ebenso entwickelt, wie jede monocotyle Blüthe mit einem lateralen Vorblatte, wenn sie einzeln, ohne andere Blüthen dichasial anzulegen, in der Achsel eines Tragblattes sich befindet. Wenn wir aber hier die Contaktverhältnisse untersuchen, so finden wir sie in solcher Gestalt, dass sie uns diese Art der Entwicklung vollständig verständlich machen, denn der Laubspross bleibt so weit zurück, dass er nicht mit dem Vegetationskegel der Blüthe, ausgenommen zur Zeit der Anlage des Vorblattes, in Berührung steht.

Bei Hydrocharis morsus ranae kommen demgemäss 3 verschiedene Stellungen der Perigonblätter vor, die terminale männliche Blüthe liegt so, dass die Ebene, welche das erste Perigonblatt halbiert, durch α und β geht, die männliche laterale hat das Perigonblattpaar normal zum Tragblatte gestellt, bei der weiblichen stehen das Vorblatt

*) Eichler Blüthendiagramme I. 161.

und das erste Perigonblatt als Paar normal zum Tragblatte. In dieser Pflanze liegt also eine Mannigfaltigkeit vor, die beweist, dass in der Disposition der Cyklenglieder ein inhärenter Typus für eine bestimmte Art nicht angenommen werden kann, dass sie vielmehr allein durch den Contakt mit den benachbarten Organen höchst wahrscheinlich bedingt wird.

Ich bin in der Lage gewesen, noch eine Hydrocharitacee an sehr gut conserviertem Spiritusmateriale, wenigstens bezüglich der weiblichen Blüthe, untersuchen zu können. Halophila stipulacea Aschers. wächst in den westlichen Theilen des Indischen Oceans, besonders häufig scheint sie im rothen Meere zu sein, an dessen Gestade die gebleichten rein weissen Sprosse mit den schmal oblongen bullaten Blättern nicht selten gefunden worden sind; sie wurden von DELILE unter dem Namen Zostera bullata beschrieben. Der Aufbau dieser in ausgezeichneter Weise dorsiventral entwickelten Sprosse ist von BAILEY BALFOUR*) in recht guter Weise geschildert worden. Ich will an dieser Stelle nicht weiter darauf eingehen. Neben den Blüthensprossen befindet sich von zwei Laubblättern umschlossen eine Laubknospe. An dem gestielten fast keulenförmigen Blüthenprimordium erscheinen zwei transversale Blattanlagen tief unterhalb des Gipfels, die lange Zeit in der Entwicklung ausserordentlich zurückbleiben. Schleimabsonderung ist nicht vorhanden, vielleicht aus der Ursache, weil die Blüthen- und Laubsprossanlagen durch die festen scariösen Niederblätter und die dornig gesägten Laubblätter sehr gut geschützt sind. Zur Zeit wo die Perigonblätter an dem Primordium, das sich abgeflacht hat, erscheinen, berührt der spitze und schlank kegelförmige Gipfel der Laubknospe den Rand desselben. Abgewendet von diesem Orte erscheint das erste Perigonblatt, dann zu beiden Seiten des Contaktkörpers die beiden anderen. Zu dieser Zeit findet eine Berührung des Sprossgipfels durch die beiden zuerst erzeugten Scheidenblätter nicht statt, diese sitzen vielmehr tief unten am Blüthensprösschen.

Die drei Karpiden treten simultan als kugelige Körper zwischen den Perigonblättern auf. Später erheben sie sich und werden zu schlanken dreikantigen pfriemförmigen Gebilden, die zu einem erst kurzen, dann ausserordentlich sich verlängernden Kegel an einander schliessen. Die winzigen Perigonblätter sitzen am Grunde zwischen ihnen. Der Fruchtknoten ist unterständig. Der obere Theil desselben streckt sich zu verhältnissmässig ausserordentlicher Länge, so dass man nach Abfall der Griffel geneigt sein könnte, diesen Hals mit den

*) BAILEY BALFOUR in Transactions of the botanical society of Edinburgh 1877—78.

drei Perigonblättern als den Griffel der Pflanze mit den Narben zu betrachten.

Erst nachdem sich die Narben entwickelt haben, wachsen die beiden Scheidenblätter, welche die weibliche Blüthe später ganz einhüllen, allmälig empor. Wenn man also die Blüthenknospen erst kurz vor der Anthese untersuchte, so würde man leicht zu falschen Resultaten gelangen, indem man meinen dürfte, die beiden Blätter, welche die Blüthe umgeben, müssten als deren Primärblätter fungieren und die Stellung der folgenden Perigonblätter bedingen. Überdiess sind die wahren Contakte an solchen Knospen desswegen nicht mehr zu erkennen, weil der ursprüngliche Contaktkörper der Blüthe, nämlich der Vegetationskegel des begleitenden Laubsprosses, durch die Neubildungen, welche wie gewöhnlich auf der Dorsalseite auftreten und sich zwischen ihn und die Blüthe eingeschaltet haben, von der letzteren weggedrängt worden ist.

Die Ausbildung der weiblichen Blüthe von Halophila stipulacea Aschers. stimmt also mit jener von Hydrocharis morsus ranae wiederum nicht überein, es herrscht der Unterschied, dass zwei Vorblätter erzeugt werden, welche ausser Contakt mit der Blüthe während ihrer Entwicklung bleiben und die desshalb nicht bestimmend auf deren Disposition einwirken. Ein Rückencontakt ist ebenfalls nicht vorhanden, die Beobachtung lehrt vielmehr, dass sich die Primordien frei innerhalb des Raumes, den ihre Schutzblätter, die Laubblätter, zwischen sich lassen, erheben. Der Schutz scheint vorläufig für die Blüthe genügend zu sein, denn die später an der entwickelten Blüthe als Schutzblätter wirkenden Vorblätter bleiben in der Ausbildung weit zurück und desswegen ist das erste Blatt, welches am Primordium unter dem Seitencontakte der Laubknospe entsteht, ein ihr gegenüberliegendes Perigonblatt.

g. Die Blüthen der Iridaceen.

Bei Gelegenheit der Besprechung des Diagramms der Iridaceenblüthe hat Eichler eine längere Auseinandersetzung über die Bedeutung des adossierten Vorblattes und über die Stellung des ersten Perigonblattes gegeben. Bezüglich des letzteren behauptete er, dass der unpaare vordere Theil »genetisch gewiss der erste ist«, und brachte sich dabei in einen ausgesprochenen Gegensatz zu Payer's ausdrücklicher Angabe, da der letztere denselben als drittes Glied des Perigons entstehen sah. Die spiralige Aestivation des äusseren Perigoncyklus lässt auch an jüngeren Knospen keinen Anhalt zu, um aus der Deckung einen Schluss auf die Entstehungsfolge zu machen, desswegen konnten nur

wiederholte ontogenetische Prüfungen einen Entscheid darüber herbeiführen, welcher von beiden Autoren Recht hatte.

Ich habe aus dieser Gruppe Sisyrinchium, Gladiolus und Iris in mehreren Species wiederholt und sorgsam untersucht. Sie sind alle drei durch distiche Blattsysteme ausgezeichnet. Es wäre nun von höchstem Interesse gewesen, auch noch Crocus, bei dem, wie ich mich überzeugt habe, spiralige Anordnung der Blätter besteht, in das Bereich der ontogenetischen Studien zu ziehen, da hier gewiss bestimmte Varianten vorkommen müssen. Sowohl die Herbstblüher als die im Frühjahre Blüthen entwickelnden Arten der Gattung legen dieselben aber im Juli an und ich bin in den letzten Jahren, während deren mich dieser Gegenstand beschäftigte, wegen meiner Abwesenheit von Berlin nicht im Stande gewesen, die ersten Entwicklungsstadien zu untersuchen, und muss mich desshalb mit der Schilderung der drei genannten Gattungen begnügen.

Die langgestielte Inflorescenz von Sisyrinchium anceps L. wird von zwei distich gestellten, sogenannten reitenden Blättern gestützt, von denen das untere das obere sehr eng umfasst und an der Basis geschlossen ist. Sie ist vielblüthig u. zw. haben die Strahlen wieder genau distiche Ordnung. Die unteren stehen in den Achseln der beiden grünen Hüllblätter, die übrigen haben nach aussen zu je ein hyalines membranöses Begleitblatt. Man hat in dieser Inflorescenz nach dem Vorgange Buchenau's diejenige Form der Monochasien erkannt, welche man mit dem Namen einer Fächel ausgezeichnet hat. Für Sisyrinchium würde sich die theoretische Analyse der Inflorescenz folgendermassen gestalten: Das untere der beiden grünen Blätter, welche den Blüthenstand umhüllen, ist das letzte Laubblatt der Hauptaxe; diese endet, nachdem sie ein adossiertes Vorblatt erzeugt hat (das zweite der grünen Hüllblätter), in einer Blüthe, welche auf das untere beider Hüllblätter zugekehrt ist. Aus der Achsel des zweiten oberen grünen Blattes hat sich ein Lateralstrahl entwickelt, der, nachdem er ein Vorblatt (das erste der hyalinen Blätter) angelegt hat, wiederum in eine Blüthe aufgeht. Das letzte Blatt ist wie vorhin als ein adossiertes Vorblatt aufzufassen, das seiner Lage nach vor dem unteren der grünen Hüllblätter sich befindet. In seiner Achsel entsteht ein neuer Vegetationskegel, der abermals ein, nun über das zweite Hüllblatt fallendes hyalines Vorblatt erzeugt, um dann in eine Blüthe sich umzubilden. Bei dem Blüthenstande von Juncus entstand an der relativen Hauptaxe auch zuerst ein adossiertes Vorblatt, dem aber dann ein zweites gegenübergelegenes folgte, aus dessen Achsel erst die Axe nächst höheren Grades hervorsprosste. In dieser Differenz liegt der Cardinalunterschied zwischen der fächelartigen Inflorescenz von

Sisyrinchium und der sichelartigen von Juncus. Bei der ersten fallen die successiven Axen resp. die Blüthen abwechselnd auf den Beschauer zu und von ihm weg, während sie bei der zweiten sämmtlich entweder auf ihn zu- oder von ihm weggewendet sind.

Bei der Fächel von Sisyrinchium muss, wie aus der Darstellung ersichtlich sein wird, jede Blüthe in der Achsel ihres eigenen Tragblattes sich befinden. An der fertigen Inflorescenz wird man, da eine Traube durch dieselbe Eigenthümlichkeit gekennzeichnet ist, demgemäss nicht bestimmen können, ob in ihr ein Monochasium oder ein monopodialer Blüthenstand vorliegt. Überdies ist bei Sisyrinchium ein Träger der Blüthen, sei er sympodialer oder monopodialer Natur, nicht entwickelt, die Blüthen sind vielmehr auf dem Raume gleich hoch inseriert, der zwischen den beiden grünen Blättern vorhanden ist. Der einzige Weg, welcher uns offen steht, um die Natur der Inflorescenz zu ermitteln, bleibt nur die Verfolgung der Entwicklungsgeschichte. Sie muss zeigen, ob in Wirklichkeit, wie die Theorie es fordert, der Vegetationskegel immer ein Blatt erzeugt, sich dann zur Blüthe umgestaltet und ob nachher in der Achsel des Blattes ein neuer Vegetationskegel entsteht, an welchem sich dieselbe Erscheinung wiederholt; oder ob in der Achsel des Blattes ein Primordium bei bleibender Spitze hervorgebracht wird, das dann zur Blüthe wird. Es kommt also alles darauf an, zu untersuchen, was wird aus dem Körper, der in der Achsel des letzten Blattes erscheint? Auf welche Weise er entsteht, ob durch deutliche Sprossung aus dem Blattgrunde oder durch Spaltung des Vegetationskegels, ist gleichgültig. Wenn dieses Primordium unmittelbar eine Blüthe bildet, so ist der Blüthenstand ein monopodialer, wird es dagegen zum neuen Vegetationskegel und geht der gegenüberliegende oder über ihm befindliche in die Blüthe auf, so ist er sympodialer Natur; denn dann tritt das Kriterium ein, welches ich ganz allgemein für Monochasien aufgestellt habe, dass die Axe nten Grades durch eine Blüthe geschlossen wird, während die Axe $n + 1$ten Grades die Fortsetzung des Systems übernimmt. Übergänge, welche man bei weniger genauem Eingehen auf den Gegenstand wohl voraussetzen könnte, sind zwischen beiden Inflorescenzformen nicht vorhanden.

Bei Sisyrinchium verhält sich der Entwicklungsgang wie folgt: In der Achsel der unteren Laubblätter eines Stockes wird bereits im Herbste und dann später bei dem Wiederaufleben der Vegetation im Frühjahre in der Achsel der oberen eine Knospe erzeugt, die bestimmt ist, in der kommenden Vegetationsperiode, also nach $1\frac{1}{2}$ oder einem Jahre einen blühbaren Spross zu bilden. Man beobachtet sie zunächst in der Form eines äusserst flachen sanft gewölbten Höckers in dem

sehr engen Raume zwischen dem Stengel und der Basis des scheidig die ganze Axe umfassenden und mit dem einem Rande den anderen übergreifenden Blattes (Taf. II, Fig. 28). Bald erhält er eine deutliche Spitze, die seitlich zur Mediane gelegen ist (Taf. II, Fig. 25); Andeutungen davon, dass dies Primordium aus zwei transversal gestellten Anlagen hervorgeht, sind aber nicht sichtbar. Plötzlich bemerkt man, dass sich auf der Mitte dieses Körpers eine etwa oblong umschriebene Stelle deutlich von dem übrigen Gewebe abhebt. Der unter dieser Stelle gelegene Theil wölbt sich ebenso wie der eine seitliche Rand etwas über dieselbe hervor (Taf. II, Fig. 26), sodass sie eingesenkt im Gewebe erscheint. Zugleich sieht man, dass diese Mittelpartie sich nach derjenigen Seite hin ein wenig streckt, welche von der seitlichen Wucherung abgewendet ist, und dass sie schliesslich von der Wucherung ganz eingeschlossen wird (Taf. II, Fig. 27). In diesem Zustande ist über die Natur des fraglichen Achselproduktes kein Zweifel mehr, es ist eine Knospe, deren erstes helmartig hinten geschlossenes, zusammengedrücktes Blatt *f′* den neuen Vegetationskegel umwachsen hat. Der Höcker, welcher den Anfang des nächsten Blattes darstellt, ist bereits erschienen (Fig. 27*f″*). Dass die Stelle, wo diese zweite Blattanlage entsteht, durch die mechanischen Bedingungen vorgeschrieben ist, darüber kann man wohl nicht den mindesten Zweifel hegen; der Ort am Vegetationskegel, der in der Nähe des Schlitzes liegt, befindet sich offenbar unter einem Druckminimum. Indem sich das zweite Blatt gerade so ausbildet, wie das erste, d. h. indem es den flach von vorn nach hinten zusammengedrückten Vegetationskegel ebenfalls ringsum scheidig umfasst und auf der entgegengesetzten Seite einen Spalt offen lässt, ist auch der Ort für das dritte Blatt am Vegetationskegel bestimmt. So lange sich also die einzelnen Blätter am Grunde scheidig ausbilden, bedingt immer eins die Lage des andern, d. h. das System der Distichie ist eine nothwendige Folge der mechanischen Bedingungen überhaupt.

Verfolgt man einen solchen Lateralspross, so sieht man, dass an ihm etwa 10 Laubblätter der gewöhnlichen Art mit grosser Lamina angelegt werden, dann tritt meist plötzlich ein Blatt auf, dessen Scheidentheil ebenso wie bei jenen ausgebildet, dessen Spreite aber nicht entwickelt ist (Taf. III, Fig. 1 und 3 *D*). In der Achsel dieses Blattes bildet sich eine Lateralanlage von nahezu halbkugeliger Form aus; in nicht ganz seltenen Fällen wird aber ein gleicher Körper bereits in der Achsel des letzten normalen Laubblattes gesehen. Diese Primordien, welche sich durch ihre Gestalt vom ersten Anfange deutlich gegen die Lateralknospen der übrigen Laubblätter unterscheiden lassen, sind die Blüthenanlagen. Um nun gleich von vornherein die

Frage zu untersuchen, wie verhält sich der Vegetationskegel zu diesen Bildungen, gebe ich in Taf. III, Fig. 2 eine Ansicht von oben. Wir stehen hier vor der wichtigen Entscheidung der Frage, ist das Achselprodukt der ersten Blätter eine Neubildung oder ist es der durch einen Spross bei Seite geschobene und in die Blattachsel herübergedrückte Vegetationskegel? Liegt die erste Thatsache vor, dann haben wir sicher eine racemöse Inflorescenz, in der die Primäraxe durch den Vegetationskegel einfach weiter wächst und successive Blätter und in ihren Achseln neue Seitenstrahlen als Blüthen hervorbringt. Befinden wir uns der zweiten gegenüber, so müssen wir eine cymöse Inflorescenz, ein Monochasium in dem Sprosssysteme erblicken.

Ein Blick auf die Figur zeigt uns drei wohl unterscheidbare Körper, die von zwei Blättern scheidig umfasst werden. Der hinten gelegene *fl* ist eine Blüthe, an der bereits 3 bestimmte Glieder erschienen sind, von den beiden anderen liegt der vordere *fl'* deutlich in der Achsel des Blattes, während der dritte zwischen den beiden erwähnten Gebilden steht. Der jüngere achselständige Körper ist durch eine mit der kurzen Axe des elliptischen Vegetationskegels parallele, dem Tragblatte genäherte Furchung abgetrennt worden (Faf. III, Fig. 3 zwischen *fl'* und *v* verläuft die Furche). Nun kommt alles darauf an zu entscheiden, welcher von beiden Körpern wird zur zweiten Blüthe? Die Frage wird uns direct beantwortet durch Taf. III, Fig. 2. Sie stellt genau den folgenden Zustand dar: der Axillarspross aus dem Blatte giebt die Blüthe, während der Vegetationskegel deutlich zwischen den zwei ersten Blüthen sich befindet.

Aus dieser Wahrnehmung geht offenbar hervor, dass die Inflorescenz von Sisyrinchium anceps eine distiche Dolde oder eine zweizeilige Traube mit stark verkürzter Spindel ist und keine Fächel. Mit diesem Nachweise behaupte ich selbstverständlich nicht, dass es überhaupt keine solchen Blüthenstände unter den Monochasien gäbe oder dass sie nicht existieren könnten. Wahrscheinlich werden sie sich bei den Juncaceen, wie BUCHENAU behauptet hat, vorfinden.

An dem Primordium in der Achsel des Blattes *D* (Taf. III, Fig. 3), das, wie wir bereits erkannt haben, zur Blüthe sich entwickelt, entstehen zwei normal zum Tragblatte gestellte Organe im Contakte mit der Hauptaxe. Eine Zeitdifferenz in der Entstehung beider Phyllome ist nicht wahrnehmbar, sie bilden sich vielmehr simultan. Setze ich wieder voraus, dass die Ausgliederung abhängig ist von dem wirkenden Contakte, so kann ein Unterschied zwischen rechts und links auch nicht vorhanden sein, weil bei einem genau distichen Systeme die Drucke zu beiden Seiten der Mediane gleich sind. Nach einem

mehr oder minder grossen Zeitraume folgt auf diese beiden ein vorderes Glied.

Man könnte nun geneigt sein zu glauben, dass diese Blattprimordien die Blumenblätter seien, da die Gattung Sisyrinchium eines wirklichen adossierten Vorblattes entbehrt und da dasselbe auch nicht in der allerersten Anlage nachzuweisen ist. Diese Voraussetzung wäre aber nicht richtig. Man sieht vielmehr zu einer Zeit, wo die Neubildungen schon eine recht beträchtliche Grösse haben, an ihrer Basis kleine Höcker hervortreten, die erst die äusseren Perigonblätter darstellen, während die darüber befindlichen Kegelchen die Staubgefässe sind (Taf. III, Fig. 3*fl''*). Später gliedern sich dann zwischen den Staubgefässen die 3 inneren Perigonblätter aus (Taf. III, Fig. 4 *pi* bei *fl'*). Wenn die Entstehung des vorderen Primordiums aus dem ersten Dreiercyklus beträchtlich verspätet wird, so kommt auch das dritte äussere Perigonblatt erst später zu Gesichte. Bis zu welchem Masse diese Verzögerung vorschreiten kann, zeigt Taf. III, Fig. 4*fl' stv*, in welcher der Grössenunterschied des vorderen Körpers und der beiden hinteren ungewöhnlich beträchtlich ist.

Meiner ganzen Auffassung gemäss musste ich versuchen, eine Ursache für die auffallende Verkleinerung dieses Blüthengliedes ausfindig zu machen. Mir war zunächst der Umstand bemerkenswerth erschienen, dass nur ganz bestimmte Blüthen die erwähnten erheblichen Differenzen aufwiesen. Sie fanden sich immer nur an den untersten; dabei zeigten sie sich aber auch nicht an jeder Inflorescenz, sondern nur an einigen. Es gelang mir bald zu ermitteln, dass sie nur dann beobachtet wurden, wenn das erste Deckblatt eine noch beträchtlich entwickelte Spreite hatte. Nach einigem Suchen fand ich dann auch zu wiederholten Malen Bilder wie Taf. III, Fig. 3, an denen ich den ursächlichen Verhalt gut zu verfolgen im Stande war. Das Blatt *f* umfasst die erste Blüthenanlage *fl* derart, dass dieselbe bei dem Bestreben, das vordere unpaare Glied des ersten Cyklusses anzulegen, in der Rückwand der Scheide einen unbedingten Widerstand findet. Die Primordien der folgenden Blüthen haben einen solchen von Seiten ihrer Tragblätter nicht zu erleiden, da hier ein Spreitentheil und somit eine geschlossene Scheide nicht vorhanden ist. Die vordere Umfassung des Tragblattes übt zwar zuerst auch einen Druck aus auf das Primordium und verzögert dadurch die Anlage des dritten Gliedes, aber es währt nur eine kurze Frist, wie ich an vielen Präparaten ausgezeichnet gesehen habe, dann erhebt sich das ganze Primordium durch ein schnelleres Wachsthum über das Tragblatt, und wird dessen Wirkungssphäre entzogen (Taf. III, Fig. 1*fl*). Erst dann, wenn sich das Blüthenprimordium frei gemacht hat, tritt das vordere Blattgebilde

hervor. Ich halte diese Beobachtung in doppelter Beziehung für wichtig; einmal giebt sie eine ganz ausgezeichnete Illustration für die schon mehrfach von mir angeregte Meinung, dass Blattgebilde verhindert sind, an einem Orte zu erscheinen, wo sie erwartet werden sollten, wenn gegen diese Stelle ein gewisser Druck ausgeübt wird, und zweitens ersehen wir daraus die Ursache, warum bei Iridaceen in gewissen Fällen an Stelle der trimeren Blüthen zweigliedrige auftreten können. Ich werde auf diese Angelegenheit bei Gladiolus zurückkommen. Die weitere Ausbildung der Blüthe von Sisyrinchium, namentlich die interessante Stellung der Narbenstrahlen, die entgegengesetzt zu dem häufigeren Vorkommen bei den Iridaceen, vor den inneren Perigonblättern stehen, werde ich in dem Kapitel über die Anlagen der ferneren Blüthencyklen bei den Monocotylen genauer besprechen.*)

In der Gattung Gladiolus habe ich die Blüthen des Gladiolus imbricatus L. auf ihre Ontogenese studiert und noch einige andere Arten zum Vergleich herbeigezogen. Da sich aber keine Mannigfaltigkeiten bemerklich machen, so halte ich mich in der folgenden Schilderung ausschliesslich an diese Pflanze.

Die geeignete Zeit, um die Entwicklung der Blüthen zu verfolgen, liegt in der Mitte des April. Trägt man die sämmtlichen Laubblätter ab, so gelangt man an die junge Inflorescenz, welche einen hohen kegelförmigen, von zwei Seiten stark zusammengedrückten Körper darstellt, an dem die zuerst ziemlich niedrigen Tragblätter der Blüthen die Distichie der Stengelblätter regelmässig fortsetzen. Wegen dieser Form kann die Meinung nicht wohl aufgestellt werden, dass hier ein cymöser Blüthenstand vorliege, der Vegetationskegel ragt so hoch über die jüngeren Anlagen der Lateralstrahlen hervor, dass man über die Natur der Inflorescenz keine Unsicherheit haben kann (Taf. III, Fig. 6). Abgesehen aber von dieser Erhebung liegen die Verhältnisse genau wie bei Sisyrinchium.**)

Der Vegetationskegel der Blüthe erscheint bei dieser Art sehr früh, fast zu gleicher Zeit mit dem Tragblatte, das ihn zunächst nur wie ein schmales Band umgreift (Taf. III, Fig. 6*fl*²). Im Contakte mit der Axe wächst er an der freien Seite nämlich nach hinten weiter (Taf III, Fig. 6*fl*), bis er an dem Ansatze des nächst höheren Trag-

*) Die Untersuchungen an Sisyrinchium anceps L. können vom ersten Frühlinge an erfolgreich vorgenommen werden, indess gelingt es schon, die erste Entstehung der Inflorescenz im Herbste nachzuweisen.

**) Payer hat die Entwicklung von Gladiolus communis L. studiert. Die Fig. 1, Taf. 138 giebt die Gestalt der Inflorescenzaxe noch klarer wieder, als ich sie von G. imbricatus darstellen konnte, ich bitte diese desshalb zu vergleichen.

blattes einen Widerstand findet, er wird dabei flacher und dreilappig. Auf den hinteren Lappen erheben sich sehr bald zwei flache Primordien, welche die Gestalt von Kugelkappen haben (Taf. III, Fig. 6 *fl* u. Fig. 7 *B* und *B'*). Auf der Vorderseite des Blüthenprimordiums, das von dem Tragblatte übergriffen wird, ist die ähnliche Bildung einer Kalotte erst etwas später zu sehen. Die beiden Kugelkappen erheben sich in Gesellschaft mit der dritten vorderen zu zapfenförmigen Körpern, während die darunter befindlichen hinteren Läppchen sich verbinden und als einfaches Gebilde sich weniger schnell vergrössern (Taf. III, Fig. 8 *B*). Zwischen den beiden Läppchen des letzteren und der Spitze der Zapfen gliedern sich wieder jene Höckerchen heraus, (Taf. III, Fig. 8, *pa*), die wir schon bei Sisyrinchium an ähnlichen Orten hervortreten sahen; in gleicher Weise erzeugt der vordere Zapfen ein ähnliches Gebilde über seiner Basis.

Damit ist die Blüthe in ihren ersten Phasen fertig entwickelt. Die beiden zuerst durch die Andeutung der Dreilappigkeit entstehenden Gebilde, welche an den hinteren Rand des höheren Deckblattes anstossen und die erst als Blättchen durch das Auftreten der grösseren zwei Höcker recht deutlich hervortreten, sind die zwei Primordien, welche das hintere später einfache Begleitblatt der Blüthe bilden. Die vor ihnen sitzenden und der vordere Zapfen sind die ersten Anlagen der Staubgefässe oder wenn man will zweier noch indifferenter Organe, die erst, nachdem sie an der Basis 3 neue Höcker erzeugt haben, für die Staubgefässe angesprochen werden können; die letztgenannten Höcker sind die äusseren Perigonblätter. Zwischen ihnen treten dann, wie bei der vorhin besprochenen Pflanze, die inneren Perigonblätter simultan auf und nun ist die Blüthe bis auf die Karpiden fertig (Taf. III, Fig. 9 *pi*).

Vergleiche ich nun diese Schilderung mit derjenigen, die Payer von Gladiolus communis gegeben hat, so stimmen beide zunächst darin überein, dass zuerst zwei dorsale Gebilde hervorspriessen, die dann zu einem Blatte zusammenschliessen. Dann hat sowohl dieser wie ich gesehen, dass superponiert hinten zwei neue Körper erscheinen, denen ein vorderer folgt. Nun gehen aber unsere Beobachtungen auseinander. Payer meinte, dass die letzterwähnten Körper äussere Perigonblätter seien, auf welche nach innen zu, also wieder superponiert die Staubgefässe auftreten; während ich bemerkte, dass an den betreffenden Gebilden sich infraponiert die Blumenblätter entwickeln. Diese Differenz könnte nun wohl in den beiden verschiedenen Untersuchungsobjekten begründet liegen. Ich muss es späteren Untersuchungen anheimgeben, diese Frage zu lösen; aber ich kann doch nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass mir eine solche Verschiedenheit

nicht recht wahrscheinlich dünkt bei zwei Pflanzen, die einander sonst so ähnlich sind. Wenn ich mir übrigens die PAYER'schen Figuren 6—8 betrachte, so möchte ich fast glauben, dass er ganz dieselben Wahrnehmungen gemacht haben dürfte, wie ich, was das vordere unpaare Glied des ersten Cyklusses angeht. In Fig. 7 nämlich ist das Staubgefäss schon sehr deutlich zu sehen, während der Blumenblatthöcker kaum angedeutet ist, der erst in Fig. 8 recht klar hervortritt.

EICHLER hat in seinen Blüthendiagrammen theils die Richtigkeit der PAYER'schen Beobachtungen angezweifelt, theils hat er die Resultate in einem abweichenden Sinne interpretiert. Zwei Punkte sind in der Polemik von besonderer Bedeutung: einmal nämlich hat EICHLER aus theoretischen Gründen behauptet, dass trotz der Erscheinung des ersten Doppelprimords für Gladiolus und die Iridaceen überhaupt nur ein einziges adossiertes Vorblatt der Blüthen zuzulassen sei, und zweitens hat er gemeint, dass das vordere Perigonblatt »trotz PAYER's gegentheiliger Angabe genetisch gewiss das erste sei«.

Was den ersten Punkt anbetrifft, so ist derselbe rein theoretisch und kann auch nur auf dem Wege des Vergleiches theoretisch behandelt werden. Eine ähnliche Frage wie die, welche jetzt für die Iridaceen zu entscheiden ist, hatte sich uns schon bei den Cyperaceen aufgethan. Ich hatte mich dort dafür entschieden, dass ich in dem meistens als Doppelprimord auftretenden Tragblatte der weiblichen Blüthe nur ein einzelnes Blatt erkannte. Die Thatsache, dass dieser Körper bei Carex silvatica als einfacher Ringwall entsteht, ferner der Umstand, dass die weiteren Tragblätter, die an derselben Axe bei Elyna etc. erscheinen, ebenfalls nur als Einzelphyllome gelten können, waren für mich bestimmend. Aus dieser Erwägung geht hervor, dass der EICHLER'schen Meinung über diesen Punkt beigepflichtet werden kann, wenn man die beiden Blätter, die in Frage stehen, einander morphologisch gleich setzt.

Ganz ohne Anstand kann aber eine solche Identität nicht vollzogen werden, denn die Blüthe von Gladiolus ist kein Achselprodukt des in Frage stehenden Blattes, sondern stellt das Axenende selbst dar. Wenn daher auch in dem einen Falle der Ansicht, dass ein morphologisch einfaches Phyllom als Doppelprimord angelegt werden kann, beizupflichten ist; so ist damit der Schluss nicht berechtigt, dass in allen Fällen, wo die vergleichende Schule einen eben solchen Sachverhalt festsetzt, dies mit Recht geschieht. Die Stütze für die Richtigkeit dieser Anschauung, dass nämlich dann, wenn das Gebilde fertil wird, also Neubildungen erzeugt, diese immer in der Einzahl erscheinen, ist für die Iridaceen nicht richtig. Ich kenne keine Pflanze

aus dieser Familie, welche eine Ausgliederung aus diesem Blatte zeigt, denn die vermeintlichen Fächelbildungen haben sich in dem Verfolge der Entwicklungsgeschichte bei Sisyrinchium sowohl, wie bei Iris als Trauben erwiesen und bei den Gramineen, welche uns unten ein ganz analoges Verhalten aufweisen werden, ist eine Bereicherung der Blüthe durch Seitenstrahlen aus der Palea superior ebenfalls nicht bekannt. Auf der anderen Seite ist nicht zu leugnen, dass dieses Gebilde, wenn es wirklich als einfaches Blatt aufzufassen ist, absolut nicht anders als mit zwei Primordien in Erscheinung treten kann. Bei dem directen Contakte, unter dem sich die jüngste Blüthenanlage mit der Hauptaxe befindet, ist die Bildung eines einheitlichen Ringwalles völlig ausgeschlossen; die ersten Organe, gleichgültig ob sie eigene Blätter oder Theilkörper eines Einzelphylloms sind, müssen dorsal und paarig auftreten. Wenn man also behauptet, die Ontogenese könne für die Entscheidung der Frage nichts beitragen, so stimme ich dieser Meinung gern zu; freilich ist von Seiten der vergleichenden Morphologie bis jetzt über diese Frage auch noch kein einwandfreier Entscheid gegeben worden.

Bezüglich der zweiten These EICHLER's, dass »das vorderste Perigonblatt gewiss das erste ist«, will ich folgendes bemerken. An und für sich liegt, wenn man die mechanischen Verhältnisse berücksichtigt, kein Grund vor, dass die EICHLER'sche Anschauung nicht statt haben könnte. Nachdem an der Blüthe von Gladiolus imbricatus 2 nach rückwärts gelegene Glieder aufgetreten sind, nämlich die beiden ersten Blattprimordien, wäre es recht wohl denkbar, dass nun das dritte Organ, hier also das erste Perigonblatt, vor das Tragblatt fiele. Auf die Werthigkeit der Gebilde kommt es dabei gar nicht an und gerade hierin erblicke ich eine besondere Stütze für die Richtigkeit meiner Auffassung. Ich habe nachgewiesen, dass die unter Rückencontakt paarig auftretenden Glieder zwei Perigonblätter (Galtonia, Hosta), ein Vorblatt und ein Perigonblatt (Scilla, Lilium, Hydrocharis weiblich), zwei Staubgefässe (Scirpus, Carex), zwei Staubgefässe oder zwei indifferente Zapfen, aus denen sich die Perigonblätter des ersten Cyklusses und die Staubgefässe differenzieren (Sisyrinchium), endlich zwei Karpiden sein können, denen ein vorderes drittes Glied folgt. Es wäre also ganz wohl möglich, dass nach der Anlage jener zwei dorsalen Blattprimordien auch ein drittes unpaares Organ erscheinen könnte, und es wäre nicht ausgeschlossen, dass es die Natur des ersten Perigonblattes haben könnte.

Unsere Beobachtungsreihe hat uns aber darüber belehrt, dass dem nicht so ist, das den beiden Vorblattprimordien entsprechende dritte Blatt kommt, vielleicht weil die Stirnseite der Blüthenanlage um diese

Zeit noch von dem Tragblatte der Blüthe übergriffen wird, nicht zur Entwicklung; ihnen folgen vielmehr superponiert zwei Zapfen von gleicher Natur wie die ersten Primordien an der Sisyrinchiumblüthe, die entweder direct für Staubgefässe angesehen werden müssen, oder für indifferente Gebilde, aus denen sich in der Form infraponierter Phyllome die äusseren Perigonblätter entwickeln, während der obere Rest zum Staubgefässe wird. Wie man sich theoretisch entscheiden will, ist eine minder wichtige Angelegenheit.

Woran liegt es nun, dass diese Organpaare sich superponiert ausgliedern können? Ich möchte meinen, dass die Ursache in der geringen Grösse der beiden Primärblattprimordien und in der von dem Mittelpunkte der Blüthe weit entfernten, also sehr excentrischen Lage derselben gefunden werden dürfte. Ich habe die Grösse des Blüthenprimordiums und die der Primärblattelemente unter dem Mikroskope gemessen; die grösste Breite der letzteren in radialer Richtung zum Primord betrug 0,028 mm, die des ganzen Achselproduktes aber 0,32 mm; den Durchmesser der Staubgefässanlagen bestimmte ich zur Zeit, wo die Contouren gerade sichtbar wurden, zu 0,09—0,1 mm. Setzten sich diese also vor die ersten Phyllomprimordien, so traten sie noch nicht mit einander in Berührung, hatten vielmehr jedes für sich vollkommen genügenden Raum zur Verfügung.

Eine ähnliche Erscheinung habe ich schon früher als beachtenswerth hervorgehoben.*) Bei der Entwicklung der obdiplostemonen Blüthen habe ich zwei Gruppen unterschieden: die proterosepalen, welche zuerst die Kelchstaubgefässe in den Lücken zwischen den Blumenblättern anlegen, und die proteropetalen, bei denen zuerst die Kronstaubgefässe erscheinen. Dabei habe ich darauf hingewiesen, dass die Kleinheit der Blumenblätter an den letzteren, die nur als ganz schmale Säume auftreten, den Staubgefässen recht wohl gestattet, sich superponiert über sie zu stellen.

Nachdem nun das normale Paar von Organen im Contakte mit dem Axenkörper erschienen ist, tritt ein gleiches vor dem Tragblatte auf, aus allen dreien entwickelt sich der Anlagefolge entsprechend erst basal je ein äusseres Perigonblatt. Wenn nun auch die Payer'sche Angabe, dass der erste Perigoncyklus vor allen anderen Cyklen ausgebildet wird, nicht richtig ist; so ist doch Eichler's theoretische Voraussetzung, dass das unpaare Glied das erste des Drillings wäre, den wirklichen Vorkommnissen nicht entsprechend.

Der Verfasser der Blüthendiagramme meinte, dass »die Förderung der ganzen Blüthenrückseite wohl mit der bei Gladiolus vorkom-

*) Schumann in Pringsheim's Jahrbüchern 1889 p. 392.

menden Zygomorphie zusammenhängen mag«. Es ist, um diese Angelegenheit beurtheilen zu können, nothwendig, einen Blick auf die Form der entwickelten Blüthe zu werfen. EICHLER*) kennt nur eine Art derselben und zwar geht nach ihm die Symmetrale durch ein Blatt des hinteren Paares im äusseren Cyklus und durch eins der vorderen Paare des inneren. Indess hat schon WYDLER**) darauf hingewiesen, dass bei dieser Gattung eine zwiefache Form der Zygomorphie vorkommt. URBAN***) hat aber die Arten der Gattung in grösserem Umfange studiert und nicht blos die beiden hier entwickelten Zygomorphieen beschrieben, sondern auch ihre Abhängigkeit von dem Modus der Aufhängung nachgewiesen.

Welches auch die Zygomorphie sein mag, immer geht die Symmetrale durch eins der paarigen äusseren Perigonblätter und durch eins der paarigen inneren. Sie schneidet also unter allen Umständen die Mediane unter c. 60°. Der Unterschied liegt nur darin, dass bei Gladiolus triphyllus Sibth. das Labellum von dem vorderen inneren, bei Gl. Saundersii Hook. fil. und undulatus Jacq. von dem hinteren äusseren Blatte gebildet wird, wenn ich unter dem Labellum das unpaare Blatt der Unterlippe verstehe. Bei der ersten Art liegt also die letztere seitlich vorn auf den Beschauer zu, bei den letzterwähnten dagegen seitlich hinten von dem Beschauer weg.

Diese Zygomorphie kann aber auf die Blüthenanlage keinerlei Einwirkung haben, denn erstens tritt sie erst relativ kurze Zeit vor der Anthese auf, wenn die Blüthe schon vollkommen fertig ausgebildet ist, und zweitens fällt die Förderung der Blüthenanlage, die EICHLER voraussetzt, nicht mit dem durch die Zygomorphie geförderten Theile der Blüthe zusammen. Die Ebene, an welcher symmetrisch die Blüthe absteigend angelegt werden soll, ist die durch die Mediane des Tragblattes; die dagegen, zu welcher symmetrisch die entsprechend grossen Blüthenglieder liegen, schneidet jene unter 60°.

Von Bedeutung war für EICHLER endlich bezüglich seiner theoretischen Interpretation der Gladiolusblüthe die Stellung der gelegentlich vorkommenden dimeren Missbildungen. Er meinte, dass das adossierte Vorblatt, wenn es auch mit 2 Primordien angelegt würde, doch nur als ein Blatt zu betrachten wäre, denn bei solchen Blüthen stände immer der erste dimere Quirl quer zu ihm. Wenn wirklich das erste Blatt, wie er sich dachte, in der normal entwickelten Blüthe das vordere wäre, so sollte man meines Erachtens nach aus rein formaler

*) EICHLER Blüthendiagramme I, 161. Fig. 90.
**) WYDLER in Flora 1845 p. 454 t. 3.
***) URBAN in Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft 1885 p. 416 ff.

Betrachtungsweise voraussetzen, dass dieses die geringste Neigung zum Schwinden zeigen würde; das zweite Blatt könnte nun sehr wohl die Distichie, welche bereits durch drei Glieder entwickelt ist, als viertes fortsetzen. Theoretisch wäre also auch eine andere Stellung der dimeren Blüthen recht wohl erklärbar.

Die Sache liegt aber ganz anders. Fast alle Iridaceen sind durch drei Staubgefässe ausgezeichnet, es giebt nur eine Gattung, die durch zwei charakterisiert ist, nämlich die in 2 Arten auf Tasmanien vorkommende Gattung Diplarrhena. Das dritte Glied dieses Kreises ist rudimentär entwickelt. Hooker fil.*) diagnosticiert dieselbe durch folgende Phrase: Staminum posticum anantherum. Von meiner Anschauungsweise aus schien mir diese Angabe unmöglich richtig; ich hatte allen Grund daran zu zweifeln, dass ein hinteres Staubgefäss zu einem Staminod umgebildet sein sollte und beschloss desshalb an einer Knospe die Frage zu prüfen. Wie ich vermuthete, lag dasselbe vorn.

Nach den bis jetzt von uns gemachten Erfahrungen sind wir aber sehr wohl im Stande, diese Eigenthümlichkeit, so wie die Stellung der dimeren Gladiolusblüthen zu erklären. Bei Sisyrinchium habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn das Tragblatt der Blüthe nicht blos eine Scheide, die oben offen ist, darstellt; sondern wenn es durch einen Spreitentheil an der Spitze geschlossen erscheint, das Blüthenprimordium sich mit der Stirnseite gegen die Rückwand der Scheide stemmt und dass dann das vordere unpaare Glied in der Anlage sehr erheblich verzögert wird. Wenn ich auch nicht die Entwicklungsgeschichte der dimeren Gladiolusblüthe und auch nicht die von Diplarrhena untersuchen konnte, so ist es doch höchst wahrscheinlich, dass die Verzögerung in der Ausbildung des vorderen Gliedes, vielleicht sogar das völlige Schwinden durch dieselben Ursachen bedingt wird, wie dort. Es würde durchaus wünschenswerth sein, diese dimeren Gladiolusblüthen daraufhin zu prüfen, ob nicht die Rudimente der vorderen Glieder doch noch vorhanden sind, und ob nicht das stützende Tragblatt mit einer Spreite versehen ist.

Die dimeren Blüthen von Gladiolus würden sich dann einfach als eine Hemmungsbildung documentieren, welche bereits in den normalen Blüthen von Diplarrhena in minderem Grade zur Erscheinung käme. Die Anlage des dritten vorderen Gliedes wäre dann so weit hinausgeschoben, dass die Vorderkante des Primordiums keine Neubildungen weiter hervorzubringen vermochte.

Diese Erklärung wird uns aus der Natur der Blüthen und aus ihren Entstehungsbedingungen heraus geradezu in die Hand gegeben.

*) Bentham et Hooker Gen. pl. III. 696.

Wir werden desswegen der EICHLER'schen Auffassung über die dimeren Gladiolusblüthen unsere Zustimmung nicht gewähren dürfen, welche sie im Gegensatze zu den normalen spiral aufgebauten als quirlig betrachtet.

Ehe ich die Gattungen Gladiolus und Sisyrinchium verlasse, um noch einige Bemerkungen über die Gattung Iris hinzuzufügen, will ich noch einmal auf den Umstand zurückkommen, dass Gladiolus mit einem dorsalen Schutzblatte versehen ist, während dieses Organ bei Sisyrinchium vermisst wird. Wenn wir uns die Bilder betrachten, welche die jüngste Phase in der Blüthenentwicklung beider Gattungen wiedergeben, so bemerken wir einen wesentlichen Unterschied in der Gestalt der Primordien. Das von Gladiolus ist nach rückwärts zu gelappt, hat also in der Mitte der dorsalen Seite eine ziemlich erhebliche Depression. Das Primordium von Sisyrinchium dagegen zeigt keine Andeutung einer solchen Vertiefung. Die Bedingungen, welche diese Differenz hervorrufen, liegen, wie uns die Figuren gleichfalls deutlich machen, in der Breite des Rückencontaktkörpers. Bei Gladiolus ist derselbe im Verhältnisse zum Blüthenprimordium viel schmäler, als bei Sisyrinchium, desswegen zieht sich das letztere bei Gladiolus um den Contaktkörper herum, während sich das Blüthenprimordium von Sisyrinchium an seinem Contaktkörper abflacht. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich in diesem Unterschiede die ursächlichen Momente dafür erkenne, dass den zwei Primärphyllomen von Gladiolus zwei Blättchen vorausgehen können, weil für sie in den kleinen rückwärts gerichteten Läppchen zwei Plätze vorbereitet sind, die wir bei der Sisyrinchiumblüthe nicht finden.

Über die Gattung Iris, von der ich I. Germanica L. und I. pseudacorus L. untersuchte, ist viel neues nicht zu berichten. Auch hier werden die ersten Blüthen in den Achseln von distich gestellten Blättern in gleicher Weise angelegt, wie bei Gladiolus; die sog. adossierten Vorblätter treten als Doppelprimordien auf, dann erscheinen die hinteren Zapfen, aus welchen sich die Blumenblätter basal entwickeln (Taf. III, Fig. 10*fl*). Nur ein Umstand ist hervorzuheben, dass nämlich die späteren Primordien der Tragblätter und somit auch der Blüthen nicht mehr distich erscheinen, sondern spiral. Man kann die Abweichung von der ersten Anordnung an jedem Blüthenstande sehen, hat aber bis jetzt, da man auch hier eine Fächel zu erkennen glaubte, gemeint, dass Verdrückungen vorlägen, und diese Seitenstrahlen daher in die gewöhnliche Distichie eingereiht. Eine ähnliche Veränderung, d. h. einen Übergang zur spiralen Anordnung habe ich übrigens an Inflorescenzen von Sisyrinchium ebenfalls

zuweilen beobachtet.*) Eine andere Abweichung liegt noch darin vor, dass in der Achsel der Hochblätter nicht einzelne Blüthen stehen, sondern Genossenschaften, die ihre ersten beiden Blätter normal zum Tragblatte orientieren. Wahrscheinlich ist ihre Natur schraubelig (Taf. III, Fig. 10), doch bleibt eine sichere Feststellung der Zukunft überlassen, da ich mich nicht genauer mit der Untersuchung befasst habe.

h. Die Blüthen der Gramineen.

Über die Gramineenblüthen haben wir eine nicht geringere Zahl zum Theil ganz vorzüglicher Untersuchungen, was ihre Entwicklungsgeschichte anbetrifft. Ich nenne nur die Arbeiten von WIGAND**), der die Angelegenheit zuerst und von einem sehr vorurtheilsfreien Standpunkte aus in Angriff nahm, dann die schönen Darstellungen von PAYER***) und die neueren Arbeiten von GOEBEL†) und HACKEL††). Wenn der letztere auch nicht überall den Aufbau der ganzen Blüthe im Auge hatte, sondern seine Aufmerksamkeit hauptsächlich der Entstehung und weiteren Ausbildung der Lodiculae widmete, so verdient seine Abhandlung wegen der ausserordentlich subtilen Untersuchung und der endgültigen Lösung dieser schwierigen Frage doch eine besonders rühmenswerthe Hervorhebung.

Als Typus der Entwicklung einer Grasinflorescenz und der Blüthe der Gräser möge zunächst die von Triticum vulgare L. geschildert werden. Auf die distich angeordneten Laubblätter folgen ununterbrochen in derselben Stellung an dem schlanken Vegetationskegel sehr verkürzte, abwechselnd gestellte, die Axe um mehr als die Hälfte ihres Umfanges umklafternde Blattrudimente, die Tragblätter der Seitenstrahlen. Die Ausbildung derartiger Begleitblätter ist bei allen Inflorescenzen mit disticher Anordnung der lateralen Axen zu verfolgen, wenn sie auch zuweilen nur als unbedeutende Wülste beobachtet

*) An solchen Blüthen werden nun diejenigen Differenzen der Anlagebedingungen auf beiden Seiten der Mediane des Tragblattes hervorgerufen, die ich oben bei Ornithogalum, Scilla etc. schilderte. Die beiden Primärblätter dürfen also nicht mehr simultan entstehen, und in der That habe ich an den letzten Blüthen der Inflorescenz von Sisyrinchium immer eine Verzögerung desjenigen dorsalen Primärblattes beobachtet, welches in der Nähe des Vegetationskegels sich befand. Diese Ungleichheit ist noch lange nach der ersten Anlage sehr deutlich ausgeprägt; wenn die Staubgefässe bereits ausgebildet sind, zeigen sie immer noch drei verschiedene Grössen.

**) WIGAND Beiträge zur Morphologie der Grasblüthe aus der Entwicklungsgeschichte in Botanische Untersuchungen 83. t. 4. 5. (1854)

***) PAYER Organogénie de la fleur t. 148.

†) GOEBEL in PRINGSHEIM's Jahrbüchern XIV. 1.

††) HACKEL in ENGLER's Botanischen Jahrbüchern I. 336.

werden. Diese Thatsache hat schon Wigand gebührend hervorgehoben. Im späteren Alter sind die Deckblätter meist nur noch als sogenannte Schwielen angedeutet. Aus der Achsel derselben erheben sich bei unserer Pflanze breitgestreckte, zuerst gerundet dreiseitige, dann verlängerte, in der Richtung zum Tragblatte von vorn nach hinten zusammengedrückte Höcker, an deren Schmalseiten wieder in zweizeiliger Ordnung abwechselnde Primordien auftreten, die zur Hälfte die Axe umfassen (Taf. III, Fig. 12 *sp* und *sp'*). Kurze Zeit, nachdem man sie als niedere halbmondförmige Wälle hervorkommen sah, entstehen in ihren Achseln relativ grosse, mässig hohe, fast kreisförmig umschriebene Primordien: die Blüthenanlagen (Taf. III, Fig. 12*fl'*). Sie ziehen sich mit dem an die Spindel als den Contaktkörper anstossenden basalen Theil um dieselbe herum, auf diese Weise werden die Primordien schwach gelappt. Die Grenze für die Ausdehnung nach hinten wird ihnen durch das anstossende nächst untere Blüthenprimordium gesetzt. Vor den Enden der Läppchen erscheinen nun normal zu dem Tragblatte 2 Staubgefässe, welchen sich später das dritte vordere anschliesst (cf. auch Taf. III, Fig. 23 und 30). Die in der Zweizahl angelegten Primordien des Organes, welches seiner Stellung nach durchaus mit dem adossierten Vorblatte von Gladiolus übereinstimmt, verbinden sich mit einander und umfassen die Axe nach vorn zu, so dass ein verhältnissmässig kleiner Raum freibleibt. An dieser offenen Stelle entstehen dann zwischen den Staubgefässen und wie es scheint etwas tiefer als jene die beiden kleinen Höckerchen, welche später zu den Lodiculis werden.

Von diesem gewöhnlichen Gange der Entwickelung kommen zahlreiche Abwandlungen vor, die ich hier bei weitem nicht alle besprechen kann, theils weil die genauste Bearbeitung derselben zu umfangreich gewesen sein würde, theils weil es für viele derselben am geeigneten Materiale fehlt. Gerade die interessantesten Formen sind für entwicklungsgeschichtliche Studien unerreichbar, so z. B. die nach spiralem Typus aufgebaute Streptochaeta, die polyandrischen Luziola und Pariana, auch die tetrandrische Tetralaena etc.; nicht minder sind viele der typisch oder gelegentlich diandrischen Formen schwer oder gar nicht zu beschaffen. Wenn ich nun mit dem Blüthenstande überhaupt beginne, so wird zunächst insofern eine Verschiedenheit der allerersten Anlage kund, dass die Systeme der distich gestellten Blätter nicht mehr genau an den Schmalseiten des Vegetationskegels erscheinen, sondern auf der einen Seite sich einander nähern, während sie auf der anderen weiter entfernt sind; der Bau der Inflorescenz wird dorsiventral. Goebel hat zwar für Triticum und Lolium auch dorsiventrale Stellung der primären Lateralstrahlen angegeben, ich habe

dieselbe aber nicht beobachten können; dagegen sind Dactylis glomerata L., Nardus stricta L., Panicum sanguinale L. und viele andere vortreffliche Beispiele dafür, dass die beiden Breitseiten der Inflorescenz differente Entwicklung zeigen. Es kann nun leicht nachgewiesen werden, dass in vielen Fällen, ob in allen, ist mir nicht bekannt, die Dorsiventralität bereits in der vegetativen Sphäre des Sprosses vorhanden ist.

Schneiden wir z. B. einen Halm von Dactylis glomerata quer durch, ehe er den Blüthenstand entwickelt hat, so sehen wir die eine Seite des Schnittes stärker gewölbt wie die andere, und diesen Verhältnissen passt sich auch der fortwachsende und Blüthen entwickelnde Spross derart an, dass die Primordien am Rande und nach der stärker gewölbten Seite zu vortreten, während sie auf der anderen nicht erscheinen. An den schräg aufsteigenden Sprossen liegt die mit Blüthen beladene Seite nach dem Boden hin, die flachere nach dem Zenithe zu, man könnte also von einer Licht- und Schattenseite sprechen. Die erstere wäre dann nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise die Rücken-, die letztere die Bauchfläche.

Ich werde in Zukunft bei dorsiventralen Sprossen die Ausdrücke in dem gemeinen Volkssinne gebrauchen, die Seite, die also schliesslich nach oben gekehrt ist, die Rücken-, die nach unten gewendet ist, die Bauchseite nennen. Wenn ich mich also im Allgemeinen mit der Goebel'schen Auffassung in Übereinstimmung befinde, so kann ich doch bezüglich eines Punktes seine Terminologie nicht zweckmässig finden. Er bezeichnet*) nämlich bei Inflorescenzen »die der Hauptaxe zugewendete Seite als Bauchseite.« Gewöhnlich wird aber dadurch, dass sich bei fortschreitender Entwicklung der Achselspross von der Axe fortbewegt, dieser Theil zur Rückenseite. Er würde nur dann die Bauchseite darstellen, wenn der Spross an der Axe vorbei nach der dem Tragblatte abgewendeten Seite überkippte. Übrigens hat Goebel selbst seine Ausdrucksweise nicht consequent inne gehalten, denn bei der Beschreibung der Inflorescenz von Urtica sagt er: »Ihre dem Muttersprosse zugekehrte Seite, die Rückenseite, wird nämlich flach« etc.**)

Neben diesem ursprünglich distichen, dann aber dorsiventralen Verzweigungssysteme in den Grasinflorescenzen giebt es noch eine dritte Art, nämlich die spirale. Nach diesem Modus entstehen die Ausgliederungen der primären Seitenstrahlen bei Panicum miliaceum L., Germanicum Rth. und vielleicht vielen anderen Arten der umfangreichen

*) Goebel in Arbeiten des botanischen Instituts zu Würzburg II. 357.
**) Goebel l. c. p. 380.

Gattung. Vor der Anlage der Zweige macht sich hier eine eigenthümliche Abweichung geltend, indem nämlich die Blattprimordien regelmässig ihre Insertionsbögen verkürzen: die Blattbasen umgreifen nicht mehr scheidig die Axe. Aus diesem Grunde muss schon die Blattstellung der oberen Blätter von der gewöhnlichen Distichie sich entfernen, wie SCHWENDENER bereits für ähnlich sich verhaltende andere Monocotylensprosse nachgewiesen hat. Der Faktor, welchen ich als einen wesentlichen für die Entwickelung der zweizeiligen Stellung ansprach, dass nämlich der Ort geringsten Druckes der Mediane gegenüber an der Scheidenöffnung liegt, wird ausgeschaltet und nun tritt mit einer anderen Grösse der Blattprimordien eine andere Disposition, die spirale auf. Auch hier entstehen die untersten Primordien der Seitenstrahlen I. Ordnung in den Achseln von Blattrudimenten, später sind die letzteren aber nicht mehr nachzuweisen. Die Anlagen scheinen die Einerzeile, also die genetische Spirale nicht einzuhalten, meist sind sie auf den verschiedenen Seiten des Vegetationskegels ganz und gar nicht gleichmässig entwickelt, hier und da eilt vielmehr ein Körper in der Richtung einer Contaktzeile seinen Nachbarn voraus.

Bei Andropogon sorghum Brot. sind die Contaktzeilen an gewissen Inflorescenzen schon äusserst steil, bei Zea mais L. aber erreicht diese Erscheinung ihr Maximum, indem die Primordien der Seitenäste sowohl an der männlichen, wie an der weiblichen Inflorescenz in meist 6, zuweilen aber auch 8, am seltensten in 10 Geradzeilen auftreten. Diese sind von einander durch grosse Zwischenräume getrennt. Es kommt nun zuweilen vor, dass die Geradzeilen plötzlich abbrechen und dass ohne erkennbare Ursachen neue entstehen, welche sich über die Lücken zwischen jenen stellen. In diesem Verhalten liegt die eigenthümliche Anordnung der Körner an den Maiskolben, welche sich in kein Spiralsystem einfügen will. Wenn nämlich der normale Verlauf der Entwicklung vor sich geht, so bilden sich, weil aus jeder Primäranlage des Lateralstrahles zwei Blüthen werden, an einem Kolben 12, unter Umständen auch 16 oder 20 Orthostichen der Früchte aus. Die plötzliche seitliche Verschiebung derselben um einen solchen Betrag, dass die Uranlagen zwischen die zuerst bestehenden Orthostichen treten, macht sich manchmal auch an Fruchtkolben bemerklich. Störungen werden in dem ganzen System ebenfalls zuweilen wahrgenommen, die höchst wahrscheinlich darauf zurückgeführt werden müssen, dass in dem Paarlinge, welcher aus dem ursprünglichen Primordium sich bildete, der eine oder der andere Körper nicht zur vollen Ausbildung gelangte und dass sich die benachbarten Gebilde verschoben, bis sie die entstandenen Lücken ausfüllten.

Die Ausgliederung der Seitenaxen an den Inflorescenzen von Zea verdient für jede spätere Untersuchung über die Entstehung von Neubildungen die höchste Bedeutung, weil die jüngeren Anlagen nicht an den Orten erscheinen, wo sie den Contaktverhältnissen entsprechend vorausgesetzt werden sollten, sondern superponiert, indem zwischen ihnen nicht neubildungsfähige Räume ausgespart werden. Nur manchmal, wenn die Orthostichen wechseln, treten plötzlich sämmtliche Primordien in die Lücken zwischen die zunächst vorher angelegten Organe, nur aber um fernerhin denselben Modus der superponierten Ausgliederungen einzuhalten.

Die weitere Entwicklung der Grasinflorescenzen, also die Bildung von Seitenstrahlen II. und höherer Ordnung ist nun keineswegs von irgend einem der drei Typen abhängig. Bei sehr vielen Gräsern treten sie nämlich, wie schon Goebel vortrefflich geschildert hat, in dorsiventraler Form aus den Primärzweigen hervor. Diese sind nicht selten der Hauptaxe eng angepresst, ja manchmal sogar mit ihr auf der Rückseite hoch hinauf angewachsen. Bei anderen Gräsern wird die distiche Anordnung an den weiteren Ausgliederungen stricte befolgt z. B. bei Triticum, Lolium, Arrhenatherum. Zuletzt fällt aber auch bei den dorsiventralen Partialinflorescenzen die Blattstellung an den Ährchen und den Einzelblüthen regelmässig wieder in den distichen Typus zurück.

Ich will nun auf den Aufbau einzelner Grasinflorescenzen genauer eingehen. In Taf. III, Fig. 13 habe ich einen Vegetationskegel von Phalaris Canariensis L. dargestellt, welcher im Begriff ist die Inflorescenz zu entwickeln. Als Fortsetzung der zweizeilig gestellten Laubblätter, die noch an der Basis gesehen werden, erscheinen an dem schlank kegelförmigen Körper die bekannten Ringwülste abwechselnd vorn und hinten, welche die Tragblätter für die Seitenstrahlen erster Ordnung darstellen. Aus ihren Achseln erheben sich sehr flache, fast scheibenförmige, von einem Kreisbogen umschriebene Primordien. Die in einer Geradzeile auf einander folgenden Körper erzeugen abwechselnd rechts und links einen Seitenstrahl. Es ist eine ganz allgemeine Erscheinung bei allen Grasinflorescenzen, dass die unmittelbar über der Basis des Vegetationskegels befindlichen Primordien in der Entwicklung vor den über ihnen stehenden zurückbleiben. Wie wir an der Fig. 13, Taf. III sehen, ist dies auch bei diesem Grase der Fall. Das unterste noch sichtbare Primordium hat die eben besprochene Gliederung noch nicht erfahren. Goebel*) hat diese Erscheinung »auf eine verschieden grosse und rasche Stoffzufuhr« zurückführen wollen. Ich

*) Goebel in Pringsheim's Jahrbüchern XIV. 11.

kann mir nicht vorstellen, warum die Stoffzufuhr zu dem dritten Primordium und dem vierten reichlicher und rascher geschehen sollte, als zu dem darunter befindlichen noch sichtbaren und zu dem von dem grösseren Blatte verdeckten Primordium. Ich glaube vielmehr trotzdem dass sich dieser Forscher gegen die Druckwirkung ausspricht, doch, dass die letzten Laubblätter und die grossen untersten Deckblätter der Lateralstrahlen einen erheblich grösseren Druck auf die Primordien ausüben, als die kleinen und niedrigen Bänder der darüber befindlichen. Wenn man einen solchen Vegetationskegel frei präpariert, kann man sich der Vorstellung kaum verschliessen, dass sich die frei im Raume, liegenden von keinem Blatte berührten Primordien 3 und 4 besser entwickeln können, als die eng umscheideten unteren 1 und 2.

Nachdem jedes Primordium auf der einen Seite einen Lateralstrahl angelegt hat, folgt diesem ein zweiter auf der gegenüberliegenden. Lag also der erste rechts, dann tritt der zweite links auf, endlich folgt in diesem Falle ein dritter wieder auf der rechten Seite. Die restierende Spitze stellt dann den 4. Theilkörper in jedem Lateralstrahle vor (Taf. III, Fig. 14 *fl'*—*fl*^{3} u. *v*.) Diese Producte reichen immer auf den abwechselnden rechten und linken Seiten weiter um die Flanken des Vegetationskegels herum, als auf der anderen, so dass also die Körper, welche aus dem Primordium entstanden, mit denen, welche aus $n + 1$ sich entwickelten, in Berührung treten. Auf diese Weise werden Spiralsysteme erzeugt, die in der ursprünglichen Anlage durchaus nicht begründet sind. Ein solches verläuft in unserer Figur von *fl'* über *fl*^{3},*v* des Primordiums n, über *fl'* in Primordium $n + 2$ und setzt sich über *fl*^{2} in Primordium $n + 3$ fort.

Einen Schritt weiter führt uns die Ausbildung der Inflorescenzen von Phleum pratense L. und Alopecurus pratensis L., die ich an zahlreichen Vegetationskegeln verfolgt habe. Beide verhalten sich in den Hauptzügen gleich. Die distiche Anordnung der Ringwülste, aus deren Achseln wieder die Lateralstrahlen erster Ordnung hervortreten, ist genau dieselbe, wie bei den bisher behandelten Formen. Die von Goebel*) behauptete Dorsiventralität, welche hier sehr versteckt sein soll, habe ich, trotzdem ich sorgfältig danach suchte, nicht wahrgenommen. Ich habe die Vegetationskegel in den allerersten Stadien nach den verschiedensten Lagen gezeichnet vor mir, sie alle zeigen aber keine Andeutung davon. Auch bei diesen Pflanzen bleibt der basale Theil der Inflorescenz in der Entwicklung zurück. Diese Eigenthümlichkeit ist für den Beobachter von Vortheil, weil er an solchen

*) Goebel in Pringsheim's Jahrbüchern XIV. 6.

Infloreseenzen, welche bereits die Blüthen in sehr vorgeschrittener Entwicklung zeigen, die jüngeren Zustände in dieser Region noch verfolgen kann.

Die Primärstrahlen nehmen nach ihrem Auftreten eine dreiseitige Gestalt an, hierauf beginnt die bei Phalaris beschriebene Differenzierung, indem sich in den auf derselben Seite der Hauptaxe befindlichen Primordien rechts oder links ein Seitenzipfel ausgliedert. Dann folgt ein zweiter auf der anderen, wodurch der Körper dreispitzig wird. Jetzt tritt ein seitlicher Zacken über dem ersten auf und ein vierter über dem zweiten, das ganze Primordium ist auf diese Weise die Spitze eingerechnet in drei Stockwerke gegliedert. Der unterste Seitenstrahl zweiter Ordnung beginnt nun dasselbe Spiel für sich zu wiederholen, indem immer von dem Aussenrande beginnend und abwechselnd neue Zacken hervorgetrieben werden. Auch an den Lateralstrahlen dritter Ordnung bemerkt man denselben Vorgang, so dass schliesslich der ganze Primärstrahl mit 7 Etagen von Neubildungen bedeckt ist, die sich allmälig imbrikat über einander schichten.

Alle diese Körper, welche die Blüthenprimordien darstellen, befinden sich, wie aus der Beschreibung hervorgeht, auf der von der Hauptaxe abgewandten Seite. Untersucht man nun die Primordien genauer, so ergiebt sich, dass auf der anderen keine Anlagen sich bilden konnten, denn der Körper ist fast mit der ganzen Fläche seines Rückens der Axe angeheftet; nur ein sehr schmaler seitlicher Rand und die äusserste Spitze sind nicht mit der Spindel verwachsen. An der weiter entwickelten Inflorescenz sind die Blüthen zu rispenartigen Aggregaten verbunden; die Blüthenstiele, welche die Specialinflorescenzen verschiedener Grade tragen, entstehen erst nachträglich durch intercalare Einschaltungen zwischen den Blüthen und dem gemeinsamen Podium, aus dem sie hervortraten.

Die Inflorescenz von Alopecurus bildet sich bis in die Einzelheiten ganz auf dieselbe Weise aus, nur ist die Befestigung des Primordiums, aus dem sich die Specialinflorescenzen ausgliedern, auf der Rückseite keine so innige und weit gehende mit der Axe.

Die Lateralstrahlen zweiter Ordnung, unter Umständen auch höheren Grades von Paspalum und Panicum, Section Digitaria sind ausserordentlich auffallend dorsiventral entwickelt. Sie stellen schmale Bänder dar, auf deren von der Spindel abgewendeter Seite die Primordien in zwei Reihen angelegt werden. Dabei kann es vorkommen, dass die Ränder des Bandes sich noch weit über die Blüthen verbreitern, so dass die Inflorescenz eine breite Bahn darstellt, die von

einem beträchtlichen Saume flankiert wird.*) Die Entstehung der Blüthenprimordien ist dabei nicht an den Rand gebunden, wie schon Goebel bei Paspalum stoloniferum Bosc. richtig beobachtete, sie können sich vielmehr von diesem entfernt auf der Bandfläche in zwei Längsreihen oder auch in mehreren entwickeln.

Viele Rispengräser, wie Avena, Bromus, Arrhenatherum, Calamagrostis u. s. w., legen ihre Lateralstrahlen erster Ordnung ebenfalls in regulärer Distichie an, wobei die Schwielen, aus denen die Seitenäste hervorbrechen, deutlich noch an den blühenden Inflorescenzen erkannt werden. Bei flüchtiger Betrachtung könnte man meinen, dass die stets in der Mehrzahl aus einem Knoten hervortretenden Seitenzweige geschaarte Sprosse darstellen. Aus der Entwicklungsgeschichte aber erkennt man, dass alle durch eine oft sehr verkürzte gemeinschaftliche Axe zusammengehalten werden. Auch hier entsteht in der Achsel des Tragblattrudimentes ein einfaches Primordium, das sich durch fortgesetzte seitliche Verzweigungen ausgliedert, wobei immer in demselben Masse, als die Axe wächst, nach unten zu neue Strahlen entstehen, die wieder zweizeilig gestellte neue Zweige hervorbringen. Bei anderen Rispengräsern kann die Dorsiventralität sehr stark entwickelt sein, ich nannte schon in dieser Beziehung Dactylis, welches die Rückseite der Inflorescenz vollkommen frei von Blüthen hat. Die unteren Etagen der Inflorescenz bleiben wiederum in der Entwicklung zurück, ja bei Airopsis involucrata R. et Sch. gelangen dieselben nicht zur Ausbildung von Blüthen, die Inflorescenz ist von einem Kranze steriler Äste in mehreren Etagen umgeben.

Die Ährengräser sind in der Regel rein distich in ihrer Inflorescenz ausgebildet, doch werden wir später bei Hordeum auch eigenthümliche abweichende Besonderheiten kennen lernen. Wir können bei ihnen zwei Typen unterscheiden, den von Triticum und den von Lolium. Bei beiden entstehen die Primordien der primären Seitenstrahlen in gleicher Weise: aus den Ringwülsten der Tragblätter heben sie sich als flache Körper hervor. Bald aber bemerkt man einen Unterschied; während nämlich bei Triticum die Körper sich gleichmässig vergrössern und in der transversalen Richtung den grössten Durchmesser behalten, auch dementsprechend die ersten Blätter der Ährchen anlegen, dehnt sich der Körper bei Lolium in der Mediane, erhält in dieser Ebene seine grösste Axe und erzeugt in derselben die

*) Die grösste Ausdehnung dieser Säume findet sich bei Pasp. stellatum Flügge aus Brasilien, sie erreichen 3, ja sogar bis 4 mm und bilden, indem sie sich um die zweizeilige Inflorescenz schlagen, eine gelblich-braune oder dunkelviolette Scheide, aus der nur die Spitzen von Haaren hervorsehen.

Ährchenblätter. Während die ganze Ähre von Triticum senkrecht zu der Distichieebene der Laubblätter ein wenig abgeflacht erscheint, ist sie bei Lolium parallel zu derselben ziemlich stark zusammengedrückt. Diese Verschiedenheit deutet auf Druckdifferenzen, deren Ermittlung durch ein eingehenderes Studium der ersten Anlage der Sprosse wünschenswerth wäre.

Bei beiden Pflanzen sind neben den Seitenährchen Endährchen vorhanden. Sie haben in der Anordnung ihrer Blätter genau dieselbe Stellung, indem die Distichie der Laub- resp. der Tragblätter der Seitenstrahlen fortgesetzt wird. Diese Erscheinung bedingt, dass das Endährchen von Triticum und die Seitenährchen in den Medianen sich kreuzen, während die Medianen der Seitenährchen von Lolium mit der des Endährchens zusammenfallen.

Wie ich an vielen Inflorescenzen bis jetzt nachgewiesen habe, sind die Lateralstrahlen erster Ordnung bei den distich verzweigten Gräsern regelmässig mit Tragblattrudimenten versehen. Auch diejenigen Formen, welche bereits in den ersten Auszweigungen eine Neigung zur Dorsiventralität verrathen, haben dieselben auf den Schmalseiten des Vegetationskegels entwickelt wie z. B. Dactylis. Die höheren Ausgliederungen entbehren derselben ausnahmslos. Bei den mit spiral gestellten Ästen versehenen und den Gräsern, welche sie in Orthostichen gestellt aufweisen, sind gewöhnlich nur an den unteren Auszweigungen die Ringwülste in Form flacher Rudimente entwickelt, selbstredend fehlen sie den Zweigen höheren Grades ebenfalls.

Ich will im Folgenden auf den Bau der Specialinflorescenzen und der Blüthen genauer eingehen. Die Blüthenständchen letzter Ordnung werden durch die Ährchen dargestellt, die man bekanntlich, je nachdem ob sie mehrere hermaphrodite oder nur eine voll ausgebildete Blüthe enthalten, in mehr- oder einblüthige Gräser eintheilt. Es kommt äusserst häufig vor, dass neben diesen Blüthen auch noch einzelne oder mehrere rudimentär entwickelt sind, die zuweilen nur mit Hülfe stärkerer Vergrösserungen nachgewiesen werden können. Bei allen mehrblüthigen Gräsern stehen diese Blüthen, welche aus der Achsel von Tragblättern entspringen, in disticher Ordnung und dieselbe Disposition zeigen auch die eigenthümlichen, fast überall vorhandenen sterilen Begleitblätter, welche den Blüthen vorausgehen. Nur ein einziges Gras ist in der Gegenwart bekannt, dessen Phyllome eine spirale Disposition aufweisen. Es ist die vorläufig einer monotypen Gattung angehörige Streptochaeta spicata Schrad., welche ich wegen dieser Besonderheit vorweg behandeln will.*) Čelakovský hat die Pflanze

*) Vor Kurzem hat Hackel noch eine zweite peruvianische Art beschrieben.

neuerdings einer eingehenden Besprechung unterworfen*), welche in den hauptsächlichsten Resultaten mit den früheren Beschreibungen, die Döll und nach ihm Eichler von der Pflanze gegeben haben, übereinstimmt, die aber einen wesentlichen, bisher falsch beurtheilten Punkt richtig stellt.

Ich habe mehrere Blüthen untersucht und im Ganzen die angegebenen Verhältnisse bestätigt gefunden, muss sie aber doch in kurzem schildern, da ich auch einige Abweichungen von der gegebenen Darstellung beobachtete.

Das Gras ist mit breiten, an Pariana, Olyra, Anomochloa und einige Bambuseen erinnernden, grosscheidigen Laubblättern in disticher Stellung versehen; aus der Basis der untersten findet eine mehr oder minder reichliche Bestockung statt. Die Endigung jeder Axe ist ein Blüthenstand, an dem die Ausstrahlungen erster Ordnung die Blüthenzweigchen liefern. Man findet nun allgemein die Angabe, dass die letzteren an der Axe spiral gestellt seien. Eine genaue Betrachtung der Form der Spindel sowie die Natur der letzten Laubblätter liess mich die Richtigkeit dieser Beobachtung bezweifeln. Bei allen Gräsern mit spiralgestellten Seitenstrahlen erster Ordnung ist die Spindel relativ kräftig entwickelt und die Insertionscurven der oberen Blätter nehmen an Umfang ab, in welcher Veränderung der Übergang der distichen Stellung in die spirale liegen muss. Bei Streptochaeta sind dagegen die Blätter bis zum letzten mit einer stengelumfassenden Scheide versehen und die Spindel ist ziemlich flach, dabei sind noch die Ährchen in jener Weise eingesenkt, die von Lolium, Lepturus, Aegilops etc. bekannt ist. Als ich genau die Ränder der scharfen Spindel von Knoten zu Knoten verfolgte, konnte ich mühelos constatieren, dass die Schraubenlinie, in welcher die Ährcheninsertionen die Axe umliefen, nur in Folge des Trocknens entstanden war, dass aber, wenn diese secundäre Drehung corrigiert wurde, die Blüthensprösschen in regelmässiger Distichie über einander standen.

An jedem Zweigchen befinden sich in den meisten Fällen 11 Blätter, dann folgen 6 Staubgefässe, von denen angegeben wird, dass sie monandrisch zu einer Röhre verbunden sind. Da ich aber geflissentlich nur jüngere Blüthenanlagen prüfte, so habe ich diese Thatsache, die gewiss vollständig richtig ist, nicht gesehen. Die Blätter sind von sehr verschiedener Grösse, 5 äussere sind relativ sehr klein, an der Spitze oft, wenigstens die Blätter 2—5, unregelmässig und asymmetrisch

*) Čelakovský in Sitzungsberichten der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften 1889, p. 14—42.

gezähnt, von wenigen vorspringenden Nerven durchzogen und kurz behaart. Die 6 inneren, bei weitem längeren sind parallel dicht längsnervig und an der Spitze nicht eingeschnitten. Das eine derselben (Taf. III, Fig. 15 f^6) überragt die anderen an Grösse und läuft in eine lange Granne aus. Seine Substanz ist derber als die aller übrigen, auch ist es dicker und umfasst die zwei ebenfalls festeren folgenden Blätter, welche ein wenig kürzer sind und in nach aussen gekrümmte scharfe Spitzen endigen (Taf. III, Fig. 15 f^7, f^8). Die 3 innersten sind vollkommen gleich gestaltet (*fi*), ihre Längsnerven treten nur wenig hervor, sie sind zwar auch etwas dicker als gewöhnlich die Blätter, welche die Gramineenblüthen einschliessen, aber doch zarter als die vorhergehenden. Unmittelbar auf sie folgen die Staubgefässe und dann der gestielte Fruchtknoten mit drei Narben.

Ich habe mit der grössten Sorgfalt nach einem sterilen Axenende gesucht, dieses aber nicht nachweisen können. Mir scheint die Blüthe echt terminal zu sein, indess kann diese Behauptung erst dann sicher sein, wenn die Entwicklungsgeschichte das unmittelbare Aufgehen der Axe in die Blüthe bewiesen haben wird.

Die Stellung der Blätter ist folgende. Die äussersten der kleineren haben genau die Disposition, welche zwei nach hinten convergierende Vorblätter an den Seitenaxen in der Regel aufweisen; darauf liegt neben dem einen derselben, das sich oft durch den Mangel an Seitenzähnen von dem anderen unterscheidet, das dritte kleine Blatt schief nach vorn zu, dann folgt ein median hinteres. Ich habe seine Insertionscurve genau untersucht und deutlich festgestellt, dass es mit der Flanke, welche dem folgenden 3. Blatte zugekehrt ist, weiter nach aussen steht, als die benachbarte Seite des nächsten. Eine vollkommene Deckung des 4. Blattes über das 5. habe ich nicht nachweisen können, Čelakovský dagegen ist es an anderen Exemplaren des in den äusseren Blattanlagen etwas variablen Grases gelungen, die Übergreifung von Blatt 4 zu constatieren. Das fünfte Blatt steht auf der anderen Seite der Meridiane und ungefähr symmetrisch mit Blatt 3.

Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass das von Döll gegebene und von Eichler copierte Diagramm der Blüthe ein wenig zu corrigieren ist.

Die von Čelakovský und mir gegebene Disposition der 5 äusseren Blätter stimmt vollkommen mit derjenigen überein, die ein beliebiger Spross aufweist, an dem die Blätter mit gleich grossen Insertionscurven nach zwei transversal gestellten und nach rückwärts convergierenden Vorblättern spiral angelegt worden sind. Die beiden Vorblätter zeichnen sich von den übrigen dadurch aus, dass sie nicht selten kleine Lateralsprösschen erzeugen, die in der Form minutiöser Knöspchen

nachgewiesen worden sind. In den folgenden Phyllomen sind bis jetzt ähnliche Gebilde nicht gesehen worden.

Die Spirale kann noch einen Schritt weiter verfolgt werden, indem Blatt 6, das ich als besonders gross und derb, sowie mit einer langen Granne versehen beschrieben habe, genau den Ort inne hat, an welchem es erwartet werden muss; es übergreift mit der auf Blatt 7 zu gelegenen Flanke dieses letztere, das wie Blatt 8 wieder den Platz einnimmt, der ihm nach spiraler Stellung zukommt. Hier macht sich aber eine Abweichung in der Deckung bemerkbar, denn das Blatt 7 übergreift nicht seinen Nachfolger, sondern wird von ihm gedeckt, Blatt 7 liegt also sowohl zu Blatt 6 wie zu Blatt 8 innen, während bei weiter fortgesetzter regelmässiger Spiralstellung Blatt 8 diese Lage haben müsste.

Diese Lagerungsverhältnisse haben sich bis jetzt bei allen Blüthen, die untersucht worden sind, gefunden, wobei die Variation bemerkenswerth ist, welche ebenfalls für die Regelmässigkeit des Vorkommens spricht, dass bei rechtsläufiger Spirale das Blatt 7 rechts, bei linksläufiger aber auf der anderen Seite steht. Beide kommen an verschiedenen Inflorescenzen vor, an derselben wird der gleiche Spiralgang in den verschiedenen Blüthensprösschen, soviel ich beobachten konnte, stets eingehalten.

Auf welche Weise die eigenartige Structur der Ährchen erklärt werden soll, ist nur durch die Entwicklungsgeschichte auszumachen. Čelakovský hat geglaubt, dieselbe dadurch deuten zu können, dass er die Blüthe von Streptochaeta für einen Achselspross aus Blatt 6 ansieht, so dass Blatt 7 u. 8 die beiden nach hinten zu convergierenden Vorblätter wären. Trotzdem dass ein Axenende nicht nachweisbar ist, könnte die Čelakovský'sche Hypothese doch sehr wohl richtig sein, weil dieses Rudiment hier gerade so wenig an der entwickelten Blüthe unter Umständen sichtbar bleiben wird, wie an Elyna in den meisten Fällen oder wie bei vielen echten Gräsern. Aus dem von mir oben entwickelten Grundgesetz über die Stellung der ersten Blätter an einem Lateralstrahle ist für Streptochaeta kein Urtheil zu gewinnen, weil die Oberblätter zu dem Tragblatte nicht entwickelt sind. Wenn ich also der Hypothese auch keinen bestimmten Widerspruch entgegensetzen will, so ist für mich die Frage nicht spruchreif, hier kann wie erwähnt nur die Ontogenese die gewünschte Aufklärung bringen.

Die innersten 3 Blätter zeigen eine regelmässige convolutive Deckung. die in gleichem Sinne verläuft wie die Spirale der äusseren Blätter, Nach meinen Untersuchungen*) über die Aestivation der Blüthen

*) K. Schumann in Sitzungsberichten der deutsch. botan. Gesellschaft IV. 67.

geht aus derselben ebenso sicher hervor, dass dieselben simultan erscheinen müssen, wie die regelmässige Deckung der äusseren Blätter deren succedane Anlage beweist. Die Staubgefässe werden höchst wahrscheinlich von der gewöhnlichen Anlagefolge bei den Gramineen ebenfalls abweichen. Wenn die convolutiv deckenden Blätter simultan entstanden sind, dann müssen ohne Zweifel auch die Staubgefässcyklen so auftreten, dass der äussere in seinen Elementen simultan in den Lücken zwischen den ersteren sich zeigt, während der zweite wieder zwischen seine Elemente tritt; nicht minder wird der Fruchtknoten den gewöhnlichen Entwicklungsmodus der Monocotylen in seiner Ausgliederung bewahren. Alle diese Umstände sprechen viel mehr dafür, dass, wie man früher gemeint hat, die Blüthe von Streptochaeta ein Terminalspross ist, als dass sie laterale Stellung hat.

Ich will noch auf eine eigenthümliche biologische Besonderheit aufmerksam machen, welche an Streptochaeta spicata zu beobachten ist. Die Länge der Granne, welche von dem grössten Blatte des ganzen Sprösschens ausgeht, ist in den Ährchen verschieden, die der oberen ist kürzer, der unteren länger. Nun befindet sich an der Spitze der Hauptaxe (Taf. III, Fig. 16) ein eigenthümliches, kölbchenartiges Gebilde, von dem unterhalb in der Regel ein oder zwei seitliche Höcker ausgehen, die als Insertionsstellen nicht zur Ausbildung gelangter Seitenstrahlen angesehen werden müssen. Die Anschwellung ist mit einem dichten braunen Haarüberzuge versehen, welcher sich auch an den übrigen Theilen der Spindel, in Sonderheit aber um die Insertionsstellen der Seitensprösschen vorfindet. In der Beschaffenheit der Haare nehmen wir aber zwischen der gewöhnlichen Spindelbekleidung und dem dichteren Filze an der Spitze einen Unterschied wahr: die ersteren sind kürzer, an der Axe anliegend und laufen in eine gerade Spitze aus; die letzteren sind länger, abstehend und haben eine hakenförmig gekrümmte oder mit einem Umlauf uhrfederartig meist nach oben zu eingerollte Spitze. In den Filz der Spindelspitze sind die Enden der Grannen eingesenkt; diese sind dabei spiralig aufgerollt, wobei die Richtung der Spirale nach einem geraden Stück oft in die entgegengesetzte umschlägt, gerade so wie wir es bei den Cucurbitaceen, Passifloraceen u. s. w. bemerken. Man kann wohl bestimmt voraussetzen, dass sich die Grannenenden, ehe sie die spirale Rollung erfahren haben, analog den Ranken der genannten Familien benommen haben. Die ursprünglich geraden Organe machen wahrscheinlich Nutationsbewegungen, die hakenförmig oder uhrfederartig eingerollten Haare am Ende des Kolbens dienen als Fanghaare, und wenn die als Ranke aufzufassende Granne sich zwischen ihnen festgeklammert hat, dann findet die Einrollung statt (Taf. III, Fig. 16). An

abgeblühten Inflorescenzen sieht man später, dass die Blüthensprösschen abgebrochen sind und frei an der Spitze der Spindel hängen; ob die Einrollung die nöthige Kraft besitzt, die allerdings sehr locker inserierten Sprösschen von ihrer Anheftungsstelle zu entfernen, kann nur in der Heimath der Pflanze bestimmt werden, für unwahrscheinlich halte ich es aber nicht. Der ganze Vorgang dürfte mit der Verbreitung der Früchte zusammenhängen, dafür spricht auch die hakenförmige Krümmung der sehr spitzen Endigungen von Blatt 7 und 8; indess auch über diesen Punkt können nur Beobachtungen in Brasilien den wünschenswerthen Aufschluss bringen.

Mir ist unter den Gräsern nur noch ein analoger Fall bekannt, dass empfindliche Rankenorgane bei der Verbreitung der Früchte mitwirken. Streptogyne crinita Pal. Beauv. ist ein Gras aus der Tribus der Festucaceen, welches im tropischen Amerika und Afrika eine ziemlich weite Verbreitung besitzt. Hier erhalten die Narben nach der Befruchtung die Fähigkeit, Nutationsbewegungen auszuführen. Nachdem sie einen Gegenstand umfasst haben, rollen sie sich ebenfalls propfzieherartig auf, wodurch die Früchte aus der Tiefe der Spelzenumhüllung hervorgezogen werden. Der Vorgang ist von dem, welchen ich bei Streptochaeta geschildert habe, verschieden, indem die Narben nicht eine besonders ausgerüstete Spindelspitze umfassen, sondern einen beliebigen Theil der Inflorescenz.

Was die Stellung der Distichieebenen aller Ährchen anbetrifft, die aus einem gemeinschaftlichen Primordium hervorgegangen sind, so ist dieselbe nur bei den Formen mit geringer Verzweigung constant. Bei Phalaris Canariensis z. B. stehen dieselben parallel mit dem Kegelmantel, so dass sie also insgesammt eine Raumcurve darstellen, welche die Axe einhüllt; ähnliche Verhältnisse walten auch bei Phleum ob, doch sind sie hier nicht so regelmässig; es scheinen durch die differenten Bedingungen, unter welchen die Rand- und Endährchen der Hauptprimordien stehen, erheblichere Abweichungen vorzukommen. Bei den weiblichen Inflorescenzen von Zea dagegen liegen die Distichieebenen der Ährchen radial zur Hauptaxe. Über die Blattstellung der Seitenstrahlen bei den Ährengräsern war schon oben die Rede. An den vielfach verzweigten Rispengräsern werden die Distichieebenen in variabler Orientierung zur Spindel gefunden, in Verhältnissen, die abhängig sind von den successiven Verzweigungsebenen der Seitenstrahlen höherer Ordnung.

Jedem Specialblüthenstande eines Grases gehen in der Regel zwei sterile Blätter voraus, welche man als glumae bezeichnet. In vergrösserter Zahl begegnen sie uns bei den Phalarideen, nur eine ist vorhanden bei Uniola, Pomereulla, Ctenium und meist bei Lolium;

sie fehlen ganz oder sind nur als kleine Zähnchen angedeutet bei Coleanthus, Nardus u. s. w. Das Tragblatt jeder Blüthe ist wohl stets entwickelt, man nennt es entweder die Gluma florens oder die Palea inferior; es kommt aber zuweilen vor, dass eine Gluma florens gar keine oder eine rudimentäre, endlich auch zuweilen eine nur männliche Blüthe enthält. Ist an dem Blüthensprösschen nur eine Blüthe vorhanden, so kann diese, da sie in der Nähe des Gipfels stehen muss, entweder terminal oder auch noch axillär sein.

Terminale Blüthen habe ich untersucht an Anthoxanthum odoratum L. Der hohe und schmale Vegetationskegel des ganzen Halmes erzeugt zunächst in normaler Distichie ohne eine Andeutung von Dorsiventralität die schon oft erwähnten Ringwülste, aus deren Achseln sich Primordien erheben, die auf der bodenwärts blickenden Seite früher, als auf der anderen, Seitenstrahlen von fast kugeliger Gestalt hervorbringen. Ähnliche, aber flachere folgen später auf der Lichtseite des Sprosses. Sie sind hier weiter von einander gerückt als dort, auf diese Weise wird eine leichte Dorsiventralität schon jetzt bemerkbar. An den Seitenstrahlen I. und II. oder höherer Ordnung werden nun distiche Blattsysteme entwickelt; an der Axe gliedern sich in abwechselnder Folge rechts und links 6 Blätter aus (Taf. IV, Fig. 6), von denen die zwei unteren später von den 2 Paar höheren abgerückt sind und unterhalb einer Articulation stehen. Die mittleren sind begrannt, ohne dass sie am Ende einen Einschnitt zeigen, die oberen sind wieder grannenlos. In ganz gleicher Folge erscheinen dann zwei Staubgefässe (Taf. IV, Fig. 6 *a* und *a'*), endlich der Fruchtknoten (Taf. IV, Fig. 7), dessen beide Narben in den Lücken, welche die Staubgefässe zwischen sich lassen, hervortreten (Taf. IV, Fig. 8). Die Blüthe ist, wie schon Goebel*) entwicklungsgeschichtlich dargethan hat, echt terminal.

Was die Deutung dieser Blätter anbetrifft, so meint man fast allgemein, dass die unteren beiden Blätter die gewöhnlichen zwei sterilen Glumen der Ährchen sind, die zwei folgenden sind ebenfalls sterile Glumen, das untere Blatt des dritten Paares soll die Gluma florens oder Palea inferior sein, das obere die Palea superior. Bezüglich des mittleren Paares, so wird diese Deutung unterstützt durch eine Wahrnehmung, welche Kunth gemacht hat, dass bei einem am Cap von Lalande gesammelten Exemplare von Anthoxanthum odoratum in der Achsel des zweiten Glumenpaares Blüthen vorkommen. Auch Goebel giebt an, dass er dort nicht selten einen Höcker gesehen

*) Goebel Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Inflorescenzen in Pringsheim's Jahrbüchern XIV, 13.

habe, den ich zwar nicht auffinden konnte, dessen Vorhandensein aber durchaus nichts unwahrscheinliches hat.

Ich habe die Pflanze, an der KUNTH die Beobachtung entwickelter überzähliger Blüthen machte, im Originale untersucht. Es ist das einzige Exemplar von Anthoxanthum odoratum aus der genannten Gegend, welches das Berliner Museum besitzt. KUNTH hat mit eigner Hand auf dem beiliegenden Zettel vermerkt: spiculae triflorae, flos infimus bipaleaceus masculinus triander, intermedius bipaleaceus neuter, summus bipaleaceus hermaphroditus. Die Untersuchung eines Ährchens bestätigte diese Beschreibung. Mir stieg aber bald der Verdacht auf, dass diese Pflanze, obschon äusserlich dem Anthoxanthum odoratum L. recht ähnlich, doch vielleicht nicht hierher, sondern zur Gattung Ataxia, die gegenwärtig gewöhnlich mit Hierochloa verbunden wird, gehören könnte. Weitere Ermittlungen bestätigten meine Vermuthung: die von KUNTH als Anthoxanthum odoratum bestimmte Pflanze ist Ataxia Ecklonii Nees, welche jetzt den Namen Hierochloa Ecklonii K. Sch. führen muss.

Wie bei dem eben erwähnten Grase sind die Seitenblüthen aller Hierochloa-Arten mit drei Staubgefässen versehen, von denen 2 normal zu der gluma florens gestellt sind, während eins nach vorn liegt. Die Gipfelblüthe hat dagegen in den wesentlichen Theilen die Organisation von Anthoxanthum odoratum. Bei sehr vielen Gräsern entwickelt sich die Gipfelblüthe viel früher als die unteren, eine Eigenthümlichkeit, die schon von Nardus hervorgehoben worden ist. Da für die Gipfelblüthen vom Anthoxanthum ebenso wenig wie für die von Hierochloa ein Contaktkörper vorhanden ist, so ist es nicht überraschend, dass oberhalb der scheidig umfassenden obersten Blätter nur 2 Staubgefässe in regelmässiger Distichie erscheinen, und ebenso naturgemäss ist, dass die beiden Narbenstrahlen dort durchtreten, wo sich die beiden Staubgefässe ventral berühren, denn hier ist für ihre Entwicklung der günstigste Platz.

Ebenso einleuchtend wird aber für die Seitenblüthen die Triandrie, wenn wir die mechanischen, obwaltenden Verhältnisse in Betracht ziehen. Jede der Blüthen ist mit einem Tragblatte versehen und hat einen dorsal gestellten Contaktkörper. Demgemäss liegen alle diejenigen Bedingungen vor, welche die Entstehung einer normalen Grasblüthe mit 3 Staubgefässen zu Wege bringen. Die scheinbare Anomalie, welche sich also bei Hierochloa vorfindet, dass nämlich die Seiten- und Gipfelblüthe nach zwei verschiedenen Typen gebaut sind, ist nur eine Folge der verschiedenen mechanischen Verhältnisse, unter denen die Blüthen entstehen, und löst sich von diesem Gesichtspunkte aus zu der einzig möglichen gesetzmässigen Ausbildung auf.

Wenn, wie die ganze Entwicklung zeigt, die obere Blüthe von Hierochloa und die einzige von Anthoxanthum wirklich terminal ist, so kann die Auffassung, dass das obere Blatt des letzten Paares die Palea superior sei, nicht festgehalten werden; denn diese müsste an der Axe zweiten Grades sitzen. Natürlich fällt mit dem Nachweise der Terminalstellung auch die Annahme weg, dass das vorhergehende Blatt die Gluma florens sei.

Von diandrischen Gräsern habe ich aus der europäischen Flora Coleanthus subtilis Seid., Crypsis aculeata Ait. und Phippsia algida R. Br. daraufhin untersucht, ob sie sich bezüglich ihrer Blüthen an Anthoxanthum und Hierochloa anschliessen. Ich fand, dass bei allen dreien die Übereinstimmung nicht statt hatte.

Das Blüthensprösschen von Coleanthus subtilis trägt zwei Blätter, von denen das innere zweispitzig ist und sich hierdurch als echte Palea superior kennzeichnet. Die Staubgefässe stehen nicht in regelmässiger Distichie mit den beiden Blättern, sondern haben die normale Lage zum Tragblatte, sind also rechts und links orientiert, die Narben haben transversale Stellung zur Gluma florens. Ich fand übrigens nicht allzu selten auch noch das dritte vordere Staubgefäss vollkommen entwickelt, wodurch meine Beobachtung der Normallage des hinteren Paares nur bestätigt wird.

Mit diesem Befunde im Widerspruche steht die Beobachtung, die Goebel an dem Grase gemacht hat, oder wenigstens die Erklärung, welche er für dieselbe gegeben hat. Er sagt*): »Das Carpell erscheint als einseitiger Ringwall, dessen Medianebene sich mit der Insertionsebene der Stamina kreuzt, dem entsprechend kreuzen sich auch im fertigen Zustande die Narben mit den Staubgefässen.« Bei allen Gräsern mit 2 Narben entstehen dieselben auf den beiden Seiten des Ringwalles rechts und links von der Mediane. Wenn sich also die Mediane mit der Insertionsebene der Staubgefässe kreuzt, so können sich die Ebene durch die Narben, die senkrecht auf der Mediane des Karpells steht, und die Ebene durch die Staubgefässe nicht kreuzen; sondern Staubgefässe und Narben müssen, wie auch die Beobachtung lehrt, gleich gelagert sein. Die Schlussfolge, welche dann Goebel auf einen normal dimeren Bau zieht, ist nicht zutreffend.

Ganz dieselben Verhältnisse fand ich auch bei Crypsis aculeata und endlich bei Phippsia algida. Die letztere steht Coleanthus subtilis sehr nahe, ist aber durch das Vorhandensein zweier weiterer Glumae ausgezeichnet. Ich sah fast regelmässig bei den in der Spatha eingeschlossenen Blüthen 2 Staubgefässe, die aber, da sich

*) Goebel in Pringsheim's Jahrbüchern XIV. 15.

die Beutel leicht ablösen und die Filamente sehr dünn sind, nicht gut conservieren, sobald die Blüthen heraustreten. Einmal fand ich auch drei Staubgefässe, wie bei Coleanthus in öfterer Wiederholung. Die letzte Thatsache zwingt uns zu der Annahme, dass auch dieses Gras das hintere Staubgefässpaar normal zur Gluma florens orientiert hat. Die Stellung der Narben ist ebenfalls transversal zur letzteren. Die Thatsache, dass Phippsia algida zuweilen 2 oder 3 Staubgefässe besitzt, wird übrigens auch von Bentham und Hooker*) mitgetheilt.

Um diese Gräser in ihrem Blüthenbau genügend mechanisch erklären zu können, müsste auch noch der hintere Contaktkörper nachgewiesen werden, denn sonst würde die Meinung, dass die Blüthen trotz der Abweichung von Anthoxanthum terminal seien, nicht genügend widerlegt sein. Diese Frage soll uns nun im Folgenden beschäftigen. Ich muss zu diesem Zwecke die Natur des Contaktkörpers bei den Grasblüthen überhaupt genauer untersuchen. In einer Reihe von Blüthen haben wir ihn bereits kennen gelernt. Bei Triticum und den Seitenblüthen von Hierochloa war er einfach die Axe, an welcher die Blüthen befestigt sind. In ganz gleicher Weise kennzeichnet er sich bei vielen Ährengräsern wie z. B. bei Secale, Lolium, aber auch bei Rispengräsern ist das gleiche Verhältnis vorliegend, z. B. Arrhenatherum, Bromus u. s. w., kurz bei den meisten sogenannten mehrblüthigen Gattungen.

In vielen Gattungen bleibt der Contaktkörper auch noch für die letzte Blüthe des Ährchens deutlich sichtbar und leicht seiner Natur nach erkennbar. Die Ährchenspindel erhebt sich über die letzten Blüthen und bildet das Ende des Specialblüthenstandes. Nicht allzu selten kommen an diesem Körper noch Blüthenanlagen zur ersten Entwicklung; so z. B. ist es längst bekannt, dass bei Secale cereale die Axe oberhalb der beiden unteren normal hermaphroditen Blüthen noch eine rudimentäre oder männliche Blüthe entwickelt. In Wirklichkeit sieht man aber ausser dieser regelmässig noch eine vierte Blüthe, die freilich meist nur in der Form eines halbkugeligen Primordiums auftritt. Erst über ihr liegt das kolbenförmige Axenende. Zuweilen werden bekanntlich die eine oder die andere dieser Blüthen in allen Theilen vollkommen ausgebildet, wodurch die Roggenähre eine von ihrem gewöhnlichen Aussehen abweichende, struppigere Tracht erhält. Döll hat diese Form mit 3 fruchtbaren Blüthen als var. triflorum bezeichnet.**)

*) Bentham et Hooker Genera plantarum III. 1148.

**) Man hat angenommen, dass sich der Abort der oberen zwei Blüthen dieser Gräser durch einen Stoffmangel erklären liesse. Ohne Zweifel ist diese Annahme gerechtfertigt, ich glaube aber, dass die Erklärung noch ein wenig genauer

Ähnlich ist der Sachverhalt bei Arrhenatherum elatius. Die Ährchen dieses Grases besitzen 2 Blüthen, von denen die untere nur männlich ist, die obere aber hermaphrodit. Über der letzteren setzt sich die Axe weiter fort und legt vor der Ausbildung der unteren Blüthen noch eine dritte Gluma florens an, der regelmässig eine vierte auf der anderen Seite der Spindel folgt; dann erst wird die letztere durch einen kurzen kolbigen Körper abgeschlossen. In den Achseln der beiden letzten Tragblätter entstehen auch neue Primordien, aber die Blüthe 3 bringt es nur zur Anlage der Staubgefässe, während in Blüthe 4 auch diese Differenzierung des fast kugelförmigen Höckers unterbleibt. In den älteren systematischen Werken hat man diesen an dem blühenden Ährchen sehr auffallenden stielförmigen Körper als Flos sterilis an der Rhachis spiculae beschrieben. Hier sowohl, wie bei Secale cereale wurde das Vorhandensein eines sterilen Blüthenpaares gewöhnlich übersehen.

Wenn sich die Primordien so weit entwickeln, dass Staubgefässe erscheinen, so liegen dieselben paarig normal zum Tragblatte am Contaktkörper, wie es das Gesetz erfordert, das andere befindet sich vor dem Tragblatte.

formuliert werden kann. Wenn wir diese relativ wenigblüthigen Ährchen mit den reichblüthigeren vergleichen, so finden wir eine Thatsache, die uns gestattet, eine tiefere Einsicht in den ursächlichen Verhalt zu gewinnen. Wir sehen nämlich, dass in der allerjüngsten Anlage des Ährchens kein so jäher Abstand zwischen der zweiten und dritten Blüthe vorhanden ist, und würden kaum angeben können, ob der Blüthenstand mit den 4 Blüthen abgeschlossen werden wird, oder ob deren noch mehr hervortreten werden. Dann aber eilen die ersten beiden sehr beträchtlich in der Entwicklung den beiden anderen voraus und zwischen der Grösse des zweiten und dritten Blüthchens ist ein weiter Abstand. Diese Erscheinung deutet darauf hin, dass die Zufuhr plastischer Materiale nach den oberen Blüthen durch den jähen Zuwachs der unteren Blüthen eine Unterbrechung erfährt, dass die letzteren alles für sich absorbieren.

Eine analoge Erscheinung gewahren wir bei der Bestockung des Getreides. Die Pflänzchen unseres Roggens z. B. treten mit der ersten Anlage der Inflorescenz bereits in die Winterruhe. Anstatt dass aber im Frühjahre die weitere Entwicklung der Ähre sogleich einsetzt, wird dieselbe verzögert. Dafür wachsen die Äste aus den unteren Blattachseln schnell heran, bis sie die gleiche Entwicklungsphase aufweisen, welche der Haupthalm hat, und erst wenn sie sämmtlich einander gleich sind, geht die weitere Ausbildung aller Inflorescenzen gleichmässig vor sich. Ohne Zweifel absorbieren auch in diesem Falle die unteren Äste zeitweilig die plastischen Stoffe und verhindern die Entwicklung des zuerst angelegten Blüthenstandes. Für die Ökonomie ist dieser eigenthümliche Vorgang von der grössten Bedeutung, denn er bedingt den Umstand, dass sämmtliche Halme eines Getreidefeldes zu gleicher Zeit blühen und fruchten.

Bleibe ich nun zuvörderst bei den mehrblüthigen Ährchen, so muss ich die eigenthümlichen Blüthenstände von Hordeum besprechen. Die erste Anlage an dem lang kegelförmigen Axenende von Hordeum distichum L. bietet nichts besonderes. Ohne wahrnehmbare Dorsiventralität entstehen die Ringwülste (Taf. III, Fig. 17) als Fortsetzung der Blattdistichie und in ihrer Achsel die neuen Lateralstrahlen. Die Primordien der letzteren sind sehr stark in die Breite gestreckt und erzeugen ähnlich wie die gleichgestalteten von Phleum, Phalaris etc., aber nicht succedan, sondern simultan zwei basale Seitenlappen (Taf. III, Fig. 17 die unteren Anlagen). Zwischen ihnen und dem Hauptkörper treten dann aus dem Primordium 2 neue flache dreiseitige Körper hervor (Taf. III, Fig. 18). Darauf bildet sich oberhalb der letzteren ein neuer Ringwall an dem Vegetationskegel des Primordiums aus (Taf. III, Fig. 18*g*), der zur Gluma florens der einzigen völlig sich entwickelnden Blüthe des Seitenstrahles wird. Hebt man nun sorgfältig das Primordium derselben von der Hauptaxe der ganzen Infloresceenz ab, so sieht man, dass hinter dem grossen Zellkörper, welcher zur Anlage der ersten Blüthe jeder Seitenaxe erster Ordnung bestimmt ist, ein kleines, flaches Gebilde versteckt liegt, das als Contaktkörper fungiert (Taf. III, Fig. 19 *Ck*). Am schönsten nimmt man dasselbe an dem Gipfelährchen wahr, weil bei ihm die Anlage von Seitenstrahlen aus dem Hauptprimordium unterbleibt. Die eben erwähnten ersten Verzweigungen des Hauptprimordiums jedes Lateralstrahles erzeugen nun zwei Seitenblüthen in jedem Ringwulste, der als Tragblatt eines Blüthendrillings dient. Sie stellen sich nach und nach seitlich, so dass die Medianen durch die beiden Blüthen jene der Hauptblüthe in ihrer Verlängerung rechtwinklig schneiden (Taf. III, Fig. 20). An dem Vegetationskegel der Seitenblüthen treten zunächst zwei distiche Blätter auf, deren Distichieebene in der grossen Axe des elliptisch gedehnten Körpers liegt, dann erscheint oberhalb derselben wieder der vordere Ringwall, den ich an der Hauptblüthe erwähnte, und in dessen Umfassung zeigen sich die Staubgefässe in normaler Lage mit dem Rücken auf den auch hier vorhandenen Contaktkörper von der Form eines kurzen Zapfens zugewendet (Taf. III, Fig. 20 *Ck*). Hier sowohl, wie bei der Mittelblüthe entwickelt sich durch die Lappung des Vegetationskegels um den Contaktkörper herum vor den Staubgefässen zuerst in zwei Primordien die Palea superior (Taf. III, Fig. 19 *ps*). Die Form, in der diese Blüthen zusammengeordnet stehen, wird durch Taf. III, Fig. 20 dargestellt. Wie das Verhältniss zwischen dem Contaktkörper und den zugehörigen Primordien der Entstehung nach ist, habe ich nicht ganz sicher ermittelt. Trotzdem, dass er das Ende der Axe morphologisch darstellt, trotzdem dass er phylogenetisch als solches abgeleitet werden muss, fand ich ihn doch

regelmässig später erscheinen als den Seitenstrahl, der aus ihm hervorgehen sollte. Ob nun die genaue anatomische Untersuchung bereits vor der Entstehung des Seitenstrahles eine Andeutung der eigentlichen Hauptaxe nachweisen wird, aus der dann das vielfach grössere eigentliche Blüthenprimordium tritt, muss ich weiteren Untersuchungen anheimgeben. Jedenfalls lehren uns diese Beobachtungen, dass die Grösse des Contaktkörpers allmälig so weit zurückgehen kann, dass er mit anderer Hülfe als der der anatomischen Prüfung der Zellgewebe im frühesten Zustande nicht mehr nachweisbar sein dürfte.

Die Blüthen von Hordeum nehmen morphologisch eine eigenthümliche Stellung ein. Wir haben gesehen, dass zwei Blattorgane zur Seite der ersten lateralen Neubildungen nach der Mediane zu aus dem Primordium entstehen. Sie bilden die sterilen Glumen der Blüthe. Auf sie folgt dann je ein ungefähr rechtwinklig dazu gestellter Ringwall, aus dem die Gluma florens wird. Einmal ist die simultane Entstehung der ersterwähnten Begleitblätter der Blüthe eine sehr ungewöhnliche Erscheinung, noch mehr weicht aber die fast rechtwinklige Kreuzung der Gluma florens mit der Distichieebene der sterilen Glumen von der normalen Anordnung bei den Grasblüthen ab.

Das Geschick der lateralen Blüthen des Drillings bestimmt den Habitus der Gerstenähren. Wenn alle drei Blüthen des Complexes aus jedem Ringwulst fertil sind, so entsteht die bekannte 6-zeilige Form H. hexastichum L., sind dagegen die seitenständigen Blüthen verkümmert oder männlich, so sind später die Früchte in zwei Reihen geordnet. Diese Form heisst H. distichum L.

Nach der von mir gegebenen Darstellung über die Entwicklung dieser Blüthen kann man dem Gedanken, dass die Ährchen von Hordeum 3-blüthig seien, nicht Folge geben. Wir haben vielmehr einen Ährchenverband von 3 aus einem Primordium hervorgehenden Specialinflorescenzen vor uns. Jede der letzteren ist einblüthig und hat ihre eigenen Glumen. Goebel*) giebt für die Seitenblüthen noch eine rudimentäre Bractee an. Aus seinem in Fig. 3 mitgetheilten schematischen Diagramme bin ich nicht im Stande zu erkennen, was er darunter meint, vielleicht eine der Glumen der Lateralblüthen; an ein Tragblatt der Seitenährchen ist wohl nicht zu denken, denn bei Hordeum sind die Lateralstrahlen letzter Ordnung nackt.

Die Inflorescenz von Dactylis glomerata L. ist in auffallender Weise dorsiventral. Die Seitenaxen aus den unteren Blättern des Sprosses sind stark zweischneidig von oben nach unten zusammengedrückt, sie erheben sich in einem sanften Bogen und stehen erst

*) Goebel in Pringsheim's Jahrbüchern XIV. 17.

nach der Anlage der Blüthenstände im oberen Theile aufrecht. An der der breit gedrückten Form des ganzen Sprosses entsprechenden Hauptaxe erscheinen die Blüthen immer auf der bodenwärts gekehrten Seite. Die Blüthenanlagen entstehen wieder als dorsiventrale Sprossungen aus Hauptprimordien, welche wie gewöhnlich aus der Achsel von Ringwülsten hervorbrechen; sie umhüllen die ganze florale Seite der Spindel. Die Medianen der Ährchen liegen mehr oder weniger parallel mit dem Axenmantel. Nach den beiden sterilen Glumen treten abwechselnd rechts und links 3—4 blüthentragende auf, die vierte obere Blüthe wird gewöhnlich nicht vollkommen ausgebildet, obschon die Staubgefässe angelegt werden (Taf. III, Fig. 23). Das sterile Axenende, der Contaktkörper der letzten Blüthe erscheint als relativ grosser Zapfen *Ax*; dagegen ist der Contaktkörper der vorhergehenden Blüthen, also die Axe in der Zeit, wo jene angelegt werden, sehr kurz und flach (Taf. III, Fig. 21 *Ck*); erst nachdem die bekannte Lappung des wenig gewölbten Blüthenprimordiums sich vollzogen hat, wächst er weiter und legt die nächst höhere Gluma florens an.

Bei den einblüthigen Ährchen kann bezüglich der Contaktkörper ganz dasselbe Verhalten gelten, wie bei den vielblüthigen. Ich habe von solchen Gräsern Phleum Boehmeri Wib. und Deyeuxia silvatica Kth. untersucht. Die erste Anlage der Ährchen stimmt bei den beiden Gattungen mit den bekannten Vorgängen überein. Sobald die Palea superior in zwei Primordien erscheint (Taf. III, Fig. 24 *Ck*), sieht man zwischen ihr bei Phleum Boehmeri einen ganz minutiösen Höcker, der später zu einem langen grannenartigen Körper auswächst. Der zwischen Deyeuxia und Calamagrostis gewöhnlich festgehaltene Unterschied ist der, dass bei der letzterwähnten Gattung das Axenende fehlt. Es ist mir aber mit Hülfe stärkerer Vergrösserungen an Objekten, die mittelst Kalilauge durchsichtig gemacht worden waren, gelungen, ihn sowohl bei C. Halleriana DC., als auch, freilich nur in Form eines winzigen Zellhügels, bei C. epigeios Rth. nachzuweisen.

Bei den folgenden Gräsern sind dagegen die Contaktkörper anderer Natur. Ich will zuerst die Blüthenentwicklung des Maises besprechen. Sie ist bereits von Wigand*) verfolgt worden, in manchen Einzelheiten konnte er aber nicht die wünschenswerthe Klarheit gewinnen, in anderen hat er sich offenbar geirrt: es wird deshalb gestattet sein, die Beobachtungen nochmals zu beschreiben. Die Entwicklung des männlichen und weiblichen Blüthenstandes habe ich bereits oben geschildert. An den Blüthensprösschen der männlichen Inflorescenz tritt ein vorderes und ein hinteres Blatt auf, die beiden sterilen Glumen;

*) Wigand Botanische Untersuchungen 114 und 129, Figurenerklärung.

an diese schliesst sich in regelmässiger Distichie ein sehr kleines 3tes und nach hinten zu ein 4tes Blättchen (Taf. III, Fig. 25 gl^1 — gl^3). Das Axenende rundet sich, nachdem in der Achsel des dritten Blattes ein in die Quere gestreckter flacher Höcker (Taf. III, Fig. 25 *Ck*) erschienen ist, zu einem etwa halbkugeligen Körper ab und liefert das Primordium für diejenige Blüthe, die zunächst angelegt wird. Der oberhalb des dritten Blattes befindliche Körper fungiert als Contaktorgan, um ihn zieht sich das nun ein wenig flacher gewordene Primordium der Blüthe herum und gliedert dabei die Palea superior aus. Die beiden Theilprimordien derselben sind nur äusserst kurze Zeit getrennt, sie verschmelzen sehr bald und über ihnen erscheint normal zum 4ten Blatte des Sprösschens ein Staubgefässpaar, dem nach einiger Zeit ein vorderes Staubblatt folgt. Das letzterwähnte Blatt ist also, wie aus der Stellung der Blüthenorgane hervorgeht, die Gluma florens (Taf. III, Fig. 26 gl^4). Der Vegetationskegel bleibt zwar im Centrum der Blüthe sichtbar, er schreitet aber nicht zur Anlage des Karpidenringwalles.

Nun ist die Frage aufzuwerfen, welcher Natur ist der Contaktkörper oberhalb Blatt 3? Die Antwort hierauf giebt uns die weitere Entwicklung der Blüthe, er ist das Primordium der zweiten unteren und jüngeren Blüthe, die sich in gewöhnlicher Weise ausbildet, indem die Axe des Ährchens als Contaktkörper dient. Ein Axenende ist bei Zea mais sonst nicht nachweisbar; wäre aus dem Kreise der theoretischen Vorstellung heraus nothwendig ein solches anzunehmen, so muss man voraussetzen, dass es abortiert sei. Wer diese Annahme des Ablastes machen will, wird aus den Erfahrungen, die uns an Hordeum, Deyeuxia und endlich Calamagrostis erwuchsen, für dieselbe eine Stütze finden; das Rudiment der Axe geht in seiner Entwicklung immer weiter zurück, bis es nur noch mit Hülfe starker Vergrösserungen im durchfallenden Lichte sichtbar wird, um sich endlich unserem optischen Vermögen ganz zu entziehen. Wer derartige Vergleiche nicht ziehen mag, wird ebenso gut annehmen dürfen, dass die erste Blüthe von Zea mais eine echt terminale Stellung besitzt. Mag man aber die Blüthe auffassen, wie man will, der Contaktkörper, welcher die Stellung der Staubgefässe bringt, bleibt für die sinnliche Wahrnehmung die Anlage der zweiten Blüthe. Man würde natürlich unter der letzten Voraussetzung auch nichts dagegen einwenden können, wenn es belieben sollte, das Sprösschen für eine Cyma zu halten, bei der nur das eine Blatt gl^3 fertil wäre, während das obere steril bleibt, denn die Axe geht, wie für diese Infloresccenz verlangt wird, in die Blüthe auf. Da es aber auch botrytische Inflorescenzen mit Gipfelblüthen giebt, so bleibt die Entscheidung, was vorliegt, unsicher.

Die Ausbildung der weiblichen Blüthe ist sehr ähnlich. Auch bei ihr erscheinen am Blüthensprösschen die 4 Blätter, deren ich an der männlichen Erwähnung gethan, und in der Achsel des dritten (Taf. III, Fig. 27 gl^3 u. 28 gl^3) wird der Contaktkörper (*Ck* Fig. 27) in gleicher Weise erzeugt. Dann treten nach der Palea superior *ps* die Staubgefässe normal zur Gluma florens auf. Der Scheitel ist aber in dieser ersten Blüthe breiter und überhaupt umfangreicher als an der entsprechenden in der männlichen Inflorescenz (vergl. Taf. III, Fig. 26 u. 27). Er umwallt die Spitze mit einem hufeisenförmigen Höcker (Taf. III, Fig. 27 *Cp*), wodurch die Karpellanlage sich vollzieht, die das terminal gestellte Eichen nach und nach einschliesst (Taf. III, Fig. 28 *Cp*); die Öffnung des jungen Karpells ist nach der Rückseite der Blüthe oder, was dasselbe ist, nach der Vorderseite des Sprösschens gekehrt.

Aus dem Contaktkörper wird eine männliche Blüthe von ganz normaler Anlage (Taf. III, Fig. 28 *flm*), die aber durch die Entwicklung des Gynaeceums gegen die umgebenden Blätter gedrückt wird und später nicht mehr sichtbar ist. Nur die Palea superior bleibt noch kenntlich (*ps*) und wurde gewöhnlich als der Flos neuter angegeben. Trotzdem dass Wigand bereits die Anwesenheit der männlichen Blüthe, ebenso wie die Anlage der Staubgefässe in der weiblichen Blüthe richtig gesehen hat, ist diese Beobachtung doch nicht in die späteren systematischen Arbeiten eingedrungen.

In manchen Beziehungen hat der genannte ausgezeichnete Forscher nicht das Richtige in seiner Auffassung getroffen. In der Deutung der Begleitblätter der Blüthen kommt er zu einem Dilemma, in dem aber weder seine erste noch die zweite Aufstellung richtig ist. Ein Hauptfehler seiner ganzen Beobachtung war die Voraussetzung, dass in der weiblichen Blüthe ein doppelter Staminalkreis angelegt sei. Die vermeintlich noch sichtbaren Spuren desselben sind nur die in zwei Primordien erscheinenden Componenten der Palea superior. Die Unsicherheit, in die er gerieth bei der Erklärung der Organe an einer viel weiter entwickelten Blüthe, kommt wieder daher, dass er einmal glaubte, das blattförmige Rudiment eines unpaaren Staubgefässes vom äusseren Kreise zu sehen. Seine Zeichnung ist aber so gut entworfen, dass man auf den ersten Blick erkennt, wie er auch hier die weiter entwickelte Palea superior für das Staubgefässrudiment genommen hat.

Die weitere Unklarheit in der Deutung der Begleitblätter der Blüthen hatte ihren ferneren Grund in dem Umstande, dass er die beiden obersten Glumen, die Tragblätter der beiden Blüthen in dem Jugendstadium der Blüthe überhaupt nicht gefunden hat. Die in Fig. 22

als *pi* und *ps* bezeichneten Blätter sind nämlich die beiden sterilen Glumen; erst wenn man beide, die gross und auffallend sind, entfernt, bekommt man die sehr schmalen und unscheinbaren Tragblätter zu Gesichte.

Bezüglich der Natur des Contaktkörpers war WIGAND der Meinung, dass dieser ein Axenende sei, ihm ist also die spätere Form desselben als männliche Blüthe nicht vollkommen klar geworden.

Ähnlich wie bei Zea ist die Disposition bei den meisten Panicum-Arten. Die Lateralstrahlen erster Ordnung werden, wie ich oben zeigte, in spiraler Folge ausgegliedert. Diese verzweigen sich wieder sehr reichlich unter auffallender Dorsiventralität. Die letzten Ausgliederungen erzeugen bei P. miliaceum L. zwei sterile Glumen (Taf. III, Fig. 29 gl^1 u. gl^2) und dann zwei weitere Blätter (gl^3 u. gl^4). In der Achsel von gl^3 wird wieder ein Primordium erzeugt *Ck*, während der obere Theil des Ährchens die erste Blüthe hervorbringt (*fl*). Nach Anlage der Palea superior *ps* folgt normal zur Gluma florens das hintere Staubgefässpaar im Contakte mit dem Primordium *Ck* aus der Achsel von gl^3. Die Distichieebene des Sprösschens liegt nicht immer parallel zum Mantel der Hauptaxe, sondern auch senkrecht dazu, je nachdem der vorhandene Raum eine Verdrückung der zahlreichen Blüthchen bedingt (vergl. die Stellung beider Blüthen in Taf. III, Fig. 29).

Von den Paniceen hat auch PAYER*) eine schöne Beobachtungsreihe mitgetheilt, die mit meinen Funden vollkommen übereinstimmt. Nicht dasselbe darf ich von den Mittheilungen sagen, die GOEBEL über die Entwicklung der Blüthe von Setaria Italica gemacht hat. Was er über den Bau der entwickelten Blüthe sagt, ist völlig zutreffend, wie bei den allermeisten Paniceen umschliesst das Ährchen 2 Blüthen, von denen die untere männlich oder steril ist. Dem folgenden Satze kann ich aber nicht beistimmen: »Die obere entsteht nahe an der Axenspitze, die letztere ist aber neben der Blüthenanlage doch noch deutlich erkennbar und erscheint später auf die Seite gedrängt, während die Blüthe sich in anscheinend terminaler Stellung entwickelt, wie dies bei vielen Gräsern mit einblüthigen Ährchen der Fall ist.« Ich muss zunächst bemerken, dass die gegebenen Zeichnungen bis auf eine zu hohe Insertion von *Ax* vollkommen richtig sind, in allen Fällen aber ist der mit *Ax* bezeichnete Körper nicht, wie GOEBEL vermuthete, das Axenende, sondern das Primordium der zweiten Blüthe. Der in Fig. 12 über diesem Höcker hervortretende Saum ist

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 148.

**) GOEBEL in PRINGSHEIM's Jahrbüchern XIV. 20, Taf. 1, Fig. 11—12.

die Palea superior der ersten. Wenn Goebel weitere Stadien der Entwicklung untersucht hätte, so würde er darüber ein klares Urtheil erhalten haben, was aus dem Körper, welchen er mit der Benennung *Ax* belegte, wird. Ein wirkliches steriles Axenende ist bei den Panicum-Arten, soweit meine Erfahrung reicht, nicht vorhanden.

Die Transformation des Panicum-Ährchens auf den cymösen Typus kann natürlich leicht vollzogen werden. Ich habe die gleiche Umformung in ein Dichasium bereits für Zea oben angegeben, bei der ich annahm, dass die erste Blüthe die Gipfelblüthe sei. Nun kann man sich aber auch denken, dass die Anlage der zweiten Blüthe den Abschluss der Hauptaxe darstellt, welche von dem stärker sich entwickelnden Lateralsprosse aus dem letzten Blatte (dem vierten) bei Seite gedrängt wird, so dass hier eine Übergipflung statt hat. Die bevorzugte Entwicklung der Axe II. Ordnung würde nun ihren Ausdruck darin weiter finden, dass sie sich auch früher ausbildet, während der kleinere Hauptspross sich verspätet. Ganz dieselbe theoretische Interpretation ist für die Blüthe von Zea mais möglich und wir kommen zu dem Resultate, dass ein und dieselbe Inflorescenz nach den gewöhnlichen theoretischen Grundsätzen eine dreifache »Deutung« zulässt: einmal ist sie eine normale botrytische Inflorescenz, bei der man die Wahl hat, ob man nach der stricten Beobachtung eine Terminalblüthe annehmen will, oder ob man ein nicht mehr sichtbares Axenende hypostasiert und sie so zur pseudoterminalen werden lässt. Zweitens ist sie eine Cyma, bei der, wie die Beobachtung lehrt, die Axe in eine Blüthe ausläuft, nachdem sie unter sich 2 Blätter erzeugt hat, von denen das tiefer stehende fertil ist und die männliche Blüthe hervorbringt, während das obere steril bleibt. Diese Interpretation ist in vielen Hinsichten übereinstimmend mit der Deutung der Elyna-Inflorescenz, welche Pax gegeben hat; die Abweichungen, welche durch das Vorhandensein der unteren sterilen Glumen und die Geschlechtsdifferenzen gegeben werden, sind unwesentlich. Endlich kann man sich auch denken, dass eine Cyma mit Übergipflung der Primäraxe vorliegt, dann wäre die erste Blüthe als der Lateralstrahl aus dem obersten Blatte, das natürlich als Tragblatt der Blüthe fungiert, anzusehen, während die zweite tiefer inserierte als Primäraxe betrachtet werden muss.

Für welche Deutung man sich nun entscheidet, hängt lediglich von den Analogieen ab, die man zur Vergleichung heranholt. Legt man, wozu ich die grösste Neigung habe, die vielblüthigen Ährchen zu Grunde, als Norm, auf welche man die vorliegende Inflorescenz bezieht, so wird man zu dem Resultate kommen, dass die Axenspitze durch Abort verschwunden ist, und die Stellung der Blüthe ist dann

nur pseudoterminal. Legt man eine ähnliche Anschauung zu Grunde, wie Pax bei den Cyperaceen, so sehe ich nicht den mindesten Grund ein, warum man nicht die Grasährchen als Cymen betrachten soll. Für mich hat nur diese Vorstellung einen minderen Grad von Wahrscheinlichkeit; ein anderes aber, als dieser Art limitiertes Wissen können wir über solche Fragen theoretischen Inhaltes auf dem Wege des Vergleiches oder des Analogieschlusses nicht erlangen.

Die Gattung Paspalum, von der ich P. stoloniferum studierte, unterscheidet sich von Panicum dadurch, dass die eine sterile Gluma fehlt, nachdem sie schon bei der Section Digitaria aus der ersteren Gattung winzig klein geworden oder auch in Wegfall gerathen ist. Ausserdem tritt ein vollkommenes Schwinden der unteren Blüthe ein. Es ist mir aber doch gelungen, an den ersten Anlagen diesen Contaktkörper (Taf. III, Fig. 30 *Ck*) in der Gestalt eines äusserst winzigen breit dreiseitigen Höckerchens unterhalb der Staubgefässe nachzuweisen, so dass die Blüthe mechanisch vollkommen erklärt wird.

Nun bleibt mir noch ein Rest Blüthen zu besprechen übrig, bei dem es mir auch trotz der grössten Sorgfalt und unter Zuhülfenahme aufhellender Mittel nicht gelang, selbst bei der stärksten Vergrösserung einen Contaktkörper, sei er von der Form eines Axenendes oder einer unteren Blüthe, nachzuweisen. Hierher gehören zuvörderst die Gattungen Phleum, Alopecurus, Agrostis, Milium, dann aber auch die vollkommen einblüthigen Ährchen mit stets diandrischen einzelnen Blüthen und solchen, welche nur gelegentlich mit 2 Staubgefässen beobachtet werden, also Phippsia und Crypsis aculeata. So weit reichen meine Beobachtungen, es ist aber ganz selbstverständlich, dass dieselben bei ferneren Untersuchungen wesentlich erweitert werden dürften. Im allgemeinen möchte ich meinen, dass man bei allen denjenigen Gräsern keinen deutlichen Contaktkörper finden wird, wo die Palea superior eine abgerundete und nicht mehr oder weniger eingeschnittene Spitze hat. Aus diesem Grunde habe ich auch Coleanthus weggelassen, da hier das erwähnte Blatt zweispaltig ist. Wenn nämlich ein kräftiger Contaktkörper vorhanden ist, so treten stets 2 Primordien als Anlagen der Palea superior auf. Dass diese erst durch Spitzenwachsthum an den beiden Seiten des Blattendes sich spalten sollte, wäre eine für die Entwicklung der Blätter so ungewöhnliche Thatsache, dass ich sie für kaum wahrscheinlich halte. In manchen Fällen ist es mir allerdings zweifelhaft geblieben, ob nicht analog der bei Carex silvatica beobachteten Erfahrung die Palea superior ausser Contakt mit dem dorsalen Berührungskörper als einheitlicher Wulst entstand, doch bedarf diese

Beobachtung noch weiterer Prüfung; aber eine gespaltene Palea superior lässt unter allen Umständen einen Contaktkörper erwarten. Die Vorkommnisse von Diachyrium und Triachyrium, welche mit Recht zu Vilfa gezogen werden, darf man mit diesen Einschnitten nicht in Verbindung bringen. In beiden Gattungen wird nämlich zur Fruchtreife, wie ich mich sicher überzeugt habe, die Palea superior durch die wachsende Caryopse zersprengt und in zwei Theile gespalten.

Um die triandrischen, der Entwicklungsgeschichte zufolge gipfelständigen Blüthen der erwähnten Gräser mechanisch zu erklären, stehen zwei Wege offen. Entweder man setzt voraus, dass bei ihnen die gleichen Verhältnisse vorliegen, wie bei Leucojum vernum, Galanthus nivalis, Colchicum Steveni, Crocus und bei Hydrocharis, was bei letzter Art die Gipfelblüthe der männlichen Inflorescenz anbetrifft. Unter diesen Umständen muss man voraussetzen, dass die Blüthe echt terminal ist. Dann würden zwei Staubgefässe zwischen die beiden obersten Blätter treten, das dritte vor das eine Blatt. Vergleicht man hiermit die bis zu den Staubgefässen entwickelten Blüthen von Alopecurus (Taf. III, Fig. 22) oder auch, was vielleicht noch besser ist, die früheren Anlagen, da sehr leicht Verdrückungen vorkommen könnten, so findet man allerdings, dass diese Stellung, welche auch der allgemeinen Wahrnehmung bei den Gräsern gemäss ist, vorliegt. Das Blatt, vor dem das unpaare Staubgefäss sich befindet, ist ausnahmslos die Gluma florens oder, da bei der reell beobachtbaren Terminalstellung ein Tragblatt der Blüthe eigentlich nicht vorhanden ist, das Blatt, welches dieselbe Stellung hat wie diese an analog gebauten Sprösschen mit deutlichem axilem Contaktkörper.

Vergleichen wir nun diese Stellung der Staubgefässe mit derjenigen der Primärblätter bei den übrigen Monocotylen, welche Gipfelblüthen entwickeln. Wir haben oben zwei Fälle kennen gelernt: den häufigeren, welchen Galanthus, Leucojum, Colchicum Steveni und, wie ich aus allerdings schon weiter vorgeschrittenen Knospen nachweisen konnte, Crocus, und den selteneren, welchen Hydrocharis in der männlichen Terminalblüthe bot. Bei dem ersteren lag das Phyllompaar, zwei äussere Perigonblätter, vor dem unteren, das unpaare dritte Glied vor dem oberen Blatte, bei dem letzteren trat zuerst ein unpaares Element auf und zwar vor dem unteren, dann folgte ein Phyllompaar, das sich über das obere Blatt stellte. Ich hatte diesen Wechsel zurückgeführt auf den Umstand, dass die ersterwähnten Pflanzen einen fast ganz durch die letzten Blätter gedeckten Vegetationskegel besitzen, die Hydrocharis aber einen nackten Scheitel zeigt.

Sind die Grasblüthen von Phleum u. s. w. wirkliche Gipfelblüthen, so ist zu erwarten, dass sie, da der Scheitel frei liegt, die Disposition von Hydrocharis zeigen müssen, denn der Umstand, dass bei den einen Perigonblätter, bei den anderen aber Staubgefässe ausgegliedert werden, ist nach allen unseren bisherigen Erfahrungen von keinem Belange. Von etwas grösserer Bedeutung sind die beiden Primordien der Palea superior, welche vor den Staubgefässen erscheinen. Indess können wir auch diese eliminieren, da wir in Alopecurus pratensis ein Gras besitzen, das derselben entbehrt; aber auch sonst werden sie als besondere Blattelemente oder als einfaches Blatt nicht in Betracht kommen, da sie einen so schmalen Raum am Vegetationskegel in Anspruch nehmen, dass die Staubgefässe regelmässig über ihnen superponiert auftreten können.

Bei Alopecurus liegt die Sache folgendermassen. An dem Vegetationskegel erscheinen in regulärer Distichie drei Blätter, dann folgen gegenüber dem letzten 2 Staubgefässe, endlich vor dem dritten Blatt ein drittes unpaares. Der Vegetationsscheitel ist frei, die Stellung ist aber umgekehrt wie bei Hydrocharis. Ganz ähnliche Erscheinungen nehmen wir bei den übrigen Gattungen wahr, nur dass vor den Staubgefässen die Palea superior als einfacher Ringwall ausgegliedert wird. Da wir hier also nicht die Anlageverhältnisse wahrnehmen, wie sie Hydrocharis, eine echte Gipfelblüthe mit freiem Scheitel, gewährt, da wir andererseits die Beobachtungen von Galanthus etc. wegen des gedeckten Vegetationskegels nicht herbeiziehen können, mit denen die Lagerung allerdings übereinstimmt, so ist es nicht wahrscheinlich, dass die Grasblüthe für eine echt terminale anzusehen ist.

Wir wollen nun die zweite Möglichkeit der Erklärung ins Auge fassen. Ich habe zu wiederholten Malen darauf hingewiesen, wie der Contaktkörper, der in gewissen Gattungen gross und deutlich ist, in anderen mehr und mehr zurückgeht, bis er in den jetzt zur Beurtheilung vorliegenden Blüthen ganz verschwindet. Nahe verwandte Gattungen können in dieser Hinsicht erhebliche Differenzen zeigen, so z. B. ist der erste Contaktkörper zu sehen bei Chilochloa (Phleum Boehmeri) und nicht mehr zu erkennen bei Phleum; Apera hat eine deutliche Axenspitze, die vollkommen verschwunden ist bei Agrostis; dasselbe ist der Fall bei Deyeuxia u. Calamagrostis, wo ich an einzelnen Arten der letzteren nur äusserst schwer den Contaktkörper nachweisen konnte; bei Panicum ist derselbe, ebenso bei Sorghum und Phalaris, deutlich in der Form einer unteren Blüthe vorhanden, während er bei Paspalum winzig klein ist, und unter Umständen wohl auch gar nicht entwickelt zu sein braucht. Diese Reihen geben

uns nun einen Fingerzeig, wo wir die mechanischen Ursachen für die Stellung der Staubgefässe zu suchen haben. Phleum, Alopecurus, Agrostis und Milium gehören gewiss in die Verwandtschaft von Gräsern, bei denen der Contaktkörper ein steriles Axenende ist.

Die Systematiker haben sich bezüglich der Werthschätzung dieses Merkmales in den Grasährchen verschieden verhalten, jeder einzelne hat dabei gewisse Inconsequenzen, die in der Natur der Sache liegen, nicht gescheut. KUNTH hat die Trennung von Calamagrostis und Deyeuxia zuerst vorgeschlagen; BENTHAM und HOOKER haben die Sonderung angenommen, während die deutschen Botaniker in der Regel die beiden Gattungen nicht von einander halten. Auf Grund desselben Merkmales hat PALISOT-BEAUVOIS gewisse Arten der Gattung Phleum entnommen und sie als Chilochloa zu einer besonderen Gattung verknüpft. Diese Vornahme, ob sie gleich genau dieselbe ist, wie bei den vorigen beiden, hat im Allgemeinen bei den Botanikern keine Billigung gefunden. Auf der anderen Seite hat dagegen die Scheidung der Gattung Apera von Agrostis, welche ebenfalls von PALISOT-BEAUVOIS vollzogen wurde und die auf keine erheblich andere Differenz basiert ist, den Beifall der Floristen fast aller Länder gewonnen.

Wenn wir also vollkommen consequent verfahren wollen, so werden wir, ohne erhebliche Fehler zu begehen, Chilochloa wieder mit Phleum, Deyeuxia mit Calamagrostis, Apera mit Agrostis verbinden können und erhalten dann Gattungen, in denen zum Theil alle Grade der Entwicklung der Contaktkörper zu beobachten sind. Denkt man sich nun die Grösse der Axenspitze bis zur äussersten Grenze der Sichtbarkeit herabgesunken und endlich für unsere sinnliche Wahrnehmung ganz verschwunden, so brauchte deswegen die Einwirkung der Stelle, wo sie erscheinen könnte, noch nicht aufgehoben zu sein. Die Zone würde sich durch eine Inactivität der Zellen gegenüber der lebhaften Zellvermehrung in der Nachbarschaft sehr erheblich bemerkbar machen. In der That habe ich gesehen, dass oberhalb der Palea superior bei Phleum an dem Primordium der Blüthe eine Vertiefung unterhalb der Stelle zwischen den Staubgefässen vorhanden ist, die auf eine zeitlich beschränkte Einstellung der Zellvermehrung hinweist.

Halten wir an diesem Gedanken fest, so bieten diese Gräser in der Entwicklung ihrer Blüthen einen höchst interessanten Beleg für die Vermuthung, die SCHWENDENER*) und vor ihm schon KOEHNE**)

*) SCHWENDENER Mechanische Blattstellungstheorie 108.

**) KOEHNE Blüthenentw. der Compositen, Diss. 1869 p. 59.

ausgesprochen haben, dass ein vollkommener Abort doch bestimmend auf die Anlage neuer Glieder wirken könnte. SCHWENDENER hat diese Stellen geradezu sehr treffend für Ausweichsteine angesehen, um welche herum die Gewebe ihre Thätigkeit der Neubildung von Zellen fortsetzen. Diese Orte würden also gerade so funktionieren wie Contaktkörper, und auf diese Weise würde eine Erklärung dafür gegeben sein, dass Blüthen trotz der Abwesenheit eines sichtbaren Contaktkörpers doch genau so gebildet sind, wie ihre nächsten Verwandten, die einen solchen besitzen.

Nachdem ich versucht habe, den Abort für diese Blüthen nicht theoretisch, sondern stets an der Hand der Beobachtung nachzuweisen, werden auch sie nicht den Anspruch auf echt terminale Stellung erheben können, sie müssen Lateralblüthen sein und hierdurch wird die Zahl echter Endblüthen bei den Gräsern wesentlich vermindert. Wir haben dann folgende Typen der Grasblüthen:

I. Die Begleitblätter der Blüthen stehen spiralig, die Blüthe ist wahrscheinlich echt terminal (Streptochaeta):

II. Die Begleitblätter der Blüthen sind distich geordnet.

1. Der Contaktkörper ist die Axe des Ährchens: alle vielblüthigen Ährchen mit blinder Endigung der Spindel, von einblüthigen Gräsern Apera, Phleum z. Th., Deyeuxia, gewisse Arten von Calamagrostis.

2. Der Contaktkörper axiler Natur ist abortiert, die Stelle, wo die Zellen zeitlich inactiv geworden sind, wirkt wie ein Ausweichstein (Phleum z. Th., Agrostis, wahrscheinlich Calamagrostis z. Th., Milium, vielleicht Phippsia, Coleanthus etc.)

3. Der Contaktkörper ist eine untere Blüthe: Zea, Andropogon, Sacharum, Panicum, Phalaris etc., mit äusserster Reduction des Contaktkörpers Paspalum. Will man diese Specialblüthenstände als botrytische ansehen, so muss der Ablast der Axenspitze, von welcher keine Andeutung mehr vorhanden ist, angenommen werden, sonst können sie auch als Cymen gedeutet werden. Die zweite Blüthe ist der reellen Wahrnehmung zu Folge der Contaktkörper für die obere, die erste Blüthe aber der Contaktkörper für die untere. Sollte, was sich bisher der Beobachtung entzogen hat, der Ablast der Axenspitze wie ein Ausweichstein und somit als Contaktkörper funktionieren, so fällt diese Gruppe mit der vorigen zusammen.

4. Ein Contaktkörper ist auch im Abort nicht anzunehmen, die oberste Blüthe ist echt terminal (Anthoxanthum, Hierochloa). Die Terminalblüthen sind mit 2 Staubgefässen versehen, welche die Distichie der Begleitblätter regelmässig fortsetzen.

Es bleibt nun endlich noch ein letzter Typus übrig, der in den Gräsern vorliegt, welche 6 Staubgefässe ausbilden. Ich untersuchte von diesen Oryza sativa und fand, dass an der Hauptaxe eine, wie es scheint, geringe Zahl von Seitenstrahlen aus Ringwülsten entstehen. An den Insertionsstellen derselben entwickelt sich eine üppige Bekleidung von langen und schlaffen Haaren, welche die Präparation der Blüthen zu einem recht schwierigen Geschäfte machen. Die Blüthensprösschen erscheinen zweizeilig an den Seitenstrahlen, sie erzeugen 2 Glumen und nach ihnen 2 weitere wie sie distich gestellte Blätter (Taf. IV, Fig. 1). Das untere der letzteren umgreift das obere zunächst nur schwach, wächst aber vor der Anlage weiterer Organe am Vegetationskegel weit um dieses herum, so dass an der gegenüberliegenden Seite nur eine schmale Stelle nicht umgriffen wird (Taf. IV, Fig. 2 u. 3). Es fasst ferner kappenförmig über das auf dasselbe zugekehrte Ende des flachen, ellipsoid gestreckten Vegetationskegels des Sprösschens hinweg (Taf. IV, Fig. 2 u. 3). Vor dem unteren der beiden Blätter, die von den Systematikern als Palea inferior und superior gedeutet werden, entstehen nun 2 Staubgefässe (Taf. IV, Fig. 1), dann tritt direct vor der Palea superior ein drittes auf (Taf. IV, Fig. 3). Zwischen den paarig gestellten Staubgefässen und dem unpaaren erscheint alsdann ein neues Paar (Taf. IV, Fig. 4 st^4 u. st^5) und erst beträchtliche Zeit später bemerkt man, nachdem die Kappe der Palea inferior den Rand des Vegetationskegels nicht mehr übergreift, das sechste, welches zuerst viel kleiner in der Anlage, wie die übrigen ist (Taf. IV, Fig. 5 st^6). Soweit die objektive Wahrnehmung.

Dieser Typus nimmt ein erhöhtes Interesse desswegen in Anspruch, weil in ihm ausgesprochenermassen die normale Form der Grasblüthe vorliegen soll, von der die häufigeren Vorkommnisse erst Ableitungen darstellen. Das Diagramm derselben hat Eichler in den Blüthendiagrammen mitgetheilt.*) Es bedarf zuvörderst insofern einer Correktur, als bei Oryza sativa nicht 6 Blätter den Staubgefässen vorausgehen, sondern nur 4, von einem Axenende, das er unter »*a*« innerhalb der Glumen hinzugefügt hat, habe ich keine Andeutung wahrgenommen. Er hat die Staubgefässe in 2 Kreise gestellt, von

*) Eichler Blüthendiagramme I. 125. Fig. 61.

denen der zur Palea inferior unter $\frac{2}{1}$ orientierte der untere sein soll; dieser bleibt nach seiner Meinung bei den trimeren Gräsern erhalten, während der innere mit der Disposition $\frac{1}{2}$ abortiert »soweit, dass er sich entwicklungsgeschichtlich nicht nachweisen lässt.«

Bleiben wir zunächst bei den beiden letzten Cyklen, so ist zu constatieren, dass in der Eichler'schen Vorstellung eine nicht unwesentliche Unrichtigkeit liegt. Der Cyklus, welcher zu dem äusseren der beiden oberen Begleitblätter der Blüthe $\frac{2}{1}$ disponiert steht, ist nämlich durchaus nicht der untere, sondern vielmehr der obere, wie wenigstens die spätere Entstehung zeigt. Wir sehen in Taf. IV, Fig. 3 sehr deutlich die Disposition, der äussere Kreis legt das Staubgefässpaar auf das untere Blatt zu an; man kann übrigens aus der entwickelten Blüthe kein Urtheil über diese Verhältnisse gewinnen, da die Staubgefässe gleich gross und auf derselben Höhe inseriert sind. Der innere Kreis hat seine Elemente zwischen denen des äusseren gestellt, folglich ist er zu der Eichler'schen Palea superior nach $\frac{2}{1}$ disponiert.

Wenn in der That das Blatt, welches Eichler für die Palea inferior hielt, diese ist, so muss der Bau der Reisblüthe einen ganz besonderen Typus für sich ausmachen. Ich glaube aber nicht, dass jene Auffassung richtig ist. Wir besitzen andere hexandrische Gräser, bei denen in sofern die Verhältnisse klarer liegen, als man nicht zweifeln kann, welches Blatt für die Palea superior angesprochen werden muss. Diese bilden die Gruppe der Bambuseen. Das von Eichler für diese Gestalten gegebene Diagramm*) stellt nicht die Blüthe von Bambusa dar, sondern, wenn es für eine Bambusee gelten soll, das einer Arundinaria, die übrigen Gruppen haben nicht 3, sondern 6 Staubgefässe. In dem erwähnten Formenkreise steht nun allerdings der äussere Cyklus in der von Eichler geforderten Stellung, der untere ist dann bei Arundinaria auch der restierende.

Wir kommen nun sehr leicht auch für Oryza zu der gleichen Disposition, wenn wir nämlich das Blüthendiagramm, das Eichler mitgetheilt hat, umkehren. Dann wird das von ihm als Palea inferior gedeutete Blatt zur letzten Gluma, die Palea superior aber zur Palea inferior oder Gluma florens. Es liegt nun in der That kein Grund zu einer anderen Annahme vor, denn wie die Entwicklungsgeschichte

*) Eichler l. c. 121. Fig. 58, *B*.

gezeigt hat, nimmt das innere der beiden Blätter ganz und gar die Rolle einer solchen an; es entsteht lange vor den Staubgefässen als einheitliches Primordium und die Ausbildung einer Palea superior ist durchaus von seiner Entwicklung verschieden. Halten wir an dieser ganz natürlichen Erklärung fest, so ist die Anlage des ersten Staubgefässkreises ganz normal: von der Gluma florens abgewendet erscheint ein Staminalpaar, dem dann ein vorderes Glied folgt. In den nun noch frei bleibenden grossen Räumen*) zwischen diesen drei Körpern treten zwei Staubgefässe ein, während das dritte so lange nicht entstehen kann, als die letzte sterile Gluma den Blüthenboden übergreift. Wahrscheinlich wirkt dieses Blatt gerade so, wie die Tragblätter von Gladiolus und Sisyrinchium, welche die Erscheinung der vor ihnen stehenden Glieder des ersten Primorddrillings hemmt und verzögert. Die wirkliche Palea superior ist bei Oryza ebenso wenig wie bei Alopecurus entwickelt. Einen Contaktkörper habe ich nicht nachzuweisen vermocht, ob er wirklich nicht vorhanden ist, wage ich nicht zu behaupten, weil die Kleinheit und Zartheit der Objekte die Untersuchung sehr schwierig macht. Ob er nun in Form eines Zellkörpers oder als inaktive Stelle wirkt, jedenfalls kann er niemals dort liegen, wo ihn Eichler**) vermuthete, sondern nur auf der zu seiner Palea superior, oder eigentlich der Gluma florens gegenüber liegenden Seite.

Wigand hat ebenfalls die Entwicklungsgeschichte von Oryza sativa studiert. Ich kann aber leider seinen Angaben, welche er nur ganz flüchtig in der Erklärung der Figuren 35—38 skizziert, nicht beipflichten.

Ganz mit meinen Beobachtungen an diesem hexandrischen Grase stimmen die Verhältnisse überein, die Payer von der Entwicklungsgeschichte eines anderen, der Ehrharta panicea Nees mitgetheilt hat. In sofern sind sie nur noch klarer, als diese Pflanze einen grossen Contaktkörper entwickelt, den ich als relativ kräftiges Axenende an getrocknetem Materiale sehr deutlich nachweisen konnte. Nicht minder erzeugt die Blüthe dieses Grases eine wohl ausgebildete Palea superior. Zieht man diese Verhältnisse in Betracht, so kann über die Richtigkeit meiner Auffassung bezüglich der Struktur der Reisblüthe ein Zweifel nicht bestehen.

Mit den Gramineen sind diejenigen Familien der Monocotylen, so weit ich die Gruppe hier behandeln kann, erschöpft, deren Blüthen mit einem sogenannten adossierten Vorblatte versehen sind, und es

*) Um die Raumverhältnisse, welche meiner Ansicht nach die Einfügung weiterer Glieder allein bedingen, richtig abzuschätzen, vergleiche man die Entfernungen zwischen den Staubgefässen von Oryza (Taf. IV, Fig. 3) mit der, welche zwischen ihnen bei einem anderen Grase bleiben (Taf. III, Fig. 19, 20, 23, 24).

**) Eichler Blüthendiagramme. I. 125. Fig. 61.

erübrigt zum Schlusse noch über dieses Gebilde ein paar Worte hinzuzufügen. Ich werde mich durch diese Besprechung einer Pflicht erledigen, die ich mir oben bei den Iridaceen selbst auferlegt habe.

Wir haben zunächst die ganze Frage zu reinigen, d. h. wir müssen aus ihr alle diejenigen Elemente entfernen, von welchen es zweifelhaft ist, ob wir in ihnen eine Palea superior vor uns haben. Bezüglich der echten Gipfelblüthen, welche Anthoxanthum und Hierochloa bieten, wird die Meinung, dass wir in dem letzten Begleitblatte dieses Organ erkennen sollen, bei allen denen, welche geneigt sind, den faktischen Beobachtungen sowohl wie den Erscheinungen, die durch die Contakte bewirkt werden, einige Beachtung zu schenken, wohl keine Aussicht auf Anerkennung haben. Selbst der strenge Theoretiker Eichler hat in Bezug auf die ersterwähnte Gattung diese Meinung völlig getheilt.*) Die sich an seine klare und widerspruchsfreie Darstellung anknüpfende Betrachtung, ob wir nach den beiden letzten Blättern noch einen binären Perigonquirl zu ergänzen haben, um die gleichsinnige Stellung der Staubgefässe formal herauszubekommen, ist für meine Auffassung gegenstandslos, da die vorliegende Disposition wegen der scheidig umfassenden letzten Blätter und der ellipsoid gedehnten Gestalt des Vegetationskegels nothwendig erfolgen muss. Für Hierochloa hat nun Eichler die ganz analogen Verhältnisse anders aufgefasst, hier war ihm auf Grund der Beobachtung, dass Döll**) unter sehr zahlreichen Ährchen zwei gefunden hat, in denen dorsal zum sechsten Blatte ein kleines Knötchen, einmal sogar ein stiftartiger Körper vorhanden war, und in dem ersten Falle eine schmale Rinne das letzte Blatt durchzog, die Sicherheit erwachsen, dass dieses Blatt eine Palea superior und dass somit die Blüthe nicht terminal wäre. Ich habe derartige Missbildungen nicht beobachtet, vermag also die Frage nicht zu beurtheilen. Jedenfalls bleibt die Thatsache, dass in diesem Falle eine diandrische Schlussblüthe sich entwickelt hatte, ausserordentlich befremdlich und legt die Wahrscheinlichkeit nahe, dass dieses vermuthliche Axenende erst später sich entwickelt haben könnte.

Wir werden endlich auch die Blätter von der Bezeichnung einer Palea superior ausschliessen müssen, bei denen die Stellung der Blüthen pseudoterminal ist, bei denen also, wie ich vermuthete, der Contaktkörper eine inaktive Zellzone darstellt (Phleum, Milium, Agrostis etc.). Ihrer Entstehung an einem gedehnten Vegetationskegel von im Querschnitte ellipsoidischer Gestalt entsprechend verhalten sich diese Blätter wie Glumen. Ihre Ausgliederung kann ganz

*) Eichler Blüthendiagramme I. 124.

**) Döll in Mannheimer Berichten 1868 und 1870.

unterbleiben (Alopecurus und Oryza), wenn sich die Axenspitze vor ihrer Entstehung zu einer im Querschnitte kreisrunden Gestalt umformt und sich somit zur Bildung der Blüthe anschickt.

Um zum nächsten Homologon zu greifen, haben wir uns die Frage vorzulegen, wie verhalten sich denn die ganzen Ährchen bezüglich der Vorblätter? Wer sich von dem Masse der Unsicherheit überzeugen will, die über die theoretische Interpretation der Angelegenheit herrscht, dem empfehle ich das nachzulesen, was Eichler über diese Frage mittheilt.*) Er kommt nach mehrfachen Hülfshypothesen, nach der Annahme von vermeintlichen frühzeitigen Drehungen, sicher zu der Ansicht, dass er schliesslich »für die Ährchen von Triticum, Secale, Brachypodium u. a. zwei seitlich gestellte Vorblätter« annimmt, da solche »den Monocotylen nicht durchaus fremd« sind.

Damit würde derjenigen Ansicht, welche die echte Palea superior, da sie sicher in allen Fällen mit zwei Primordien auftritt, als zwei Vorblätter der Blüthe betrachtet, ein erheblicher Vorschub geleistet sein.

Gehen wir nun zu den Laubsprossen über, so ist die Sache viel complicierter als bei den Ährchen. Es wird zwar immer mit grosser Bestimmtheit behauptet, dass die Verhältnisse über die Anschlüsse derselben gut bekannt seien. Alle Untersuchungen in dieser Richtung gründen sich aber ausschliesslich auf das Studium der fertigen Zustände. Dass diese keine wirkliche Klarheit über die Anschlüsse bei den Monocotylen geben können, wird aus meiner Schilderung über die Entwickelung der ersten zwei Blätter an den Sisyrinchium-Sprossen klar geworden sein. Wer könnte aus den entwickelten Seitenstrahlen nur die geringste Vorstellung gewinnen, in welcher Weise sich der Process der ersten Blattanlagen abspielt? Wie trügerisch die auf Grund jener Methode gewonnenen Resultate sind, beweist die heute noch geltende Annahme, dass die Blüthen von Leucojum vernum und Galanthus nivalis axillär und von 2 Vorblättern begleitet seien, während sie in Wirklichkeit terminal sind und die letzten Blätter in eigenthümlicher gekreuzter Stellung zu den übrigen orientiert sind. Wie falsch ist ferner die Beweisführung, dass dieses zweikielige Blatt aus zwei Theilen zusammengesetzt sei, weil aus der Achsel eines jeden bei Leucojum aestivum L. je ein Lateralstrahl hervorbräche; während doch meine Untersuchungen gezeigt haben, dass der Sprossscheitel durch Furchung in zwei Theilprimordien ohne Axenrest zerfällt, von denen je eins vor einem der obersten Blätter steht.

*) Eichler in Blüthendiagrammen I. 130.

Ich will ferner daran erinnern, dass bei den Gattungen Tofjeldia, Calla und anderen Araceen zwei, ja zuweilen selbst noch mehr Blätter an den Lateralstrahlen dorsal und einzeilig über einander stehen; ferner dass die Gramineen in ihren ersten Blättern höchst complicierte Stellungsveränderungen erfahren, ehe sie ihre rein distiche Disposition gewinnen. Dies sind alles Thatsachen, die auf das Bestimmteste darauf hinweisen, dass zur Beurtheilung der Anschlüsse in den Lateralstrahlen die ausschliessliche Betrachtung der fertigen Zustände nicht genügt und dass wir mit anderen Worten über den Gang dieser Verhältnisse an Laubsprossen noch nicht sicher genug unterrichtet sind. Füge ich nun noch hinzu, wie der wichtigste Beweis Eichler's für die einfache Natur der Palea superior, dass nämlich das erste Perigonblatt bei den Iridaceen dieser gegenüberliegen soll, völlig verfehlt ist, denn dieses ist das dritte Organ, welches am Primordium in Erscheinung tritt, so wird man meine oben bei den Iridaceen geäusserte Meinung für nicht unbegründet erachten, dass die Frage vorläufig nicht spruchreif ist und dass auch die formale Morphologie keinen einwandfreien Entscheid geben kann.

Aus dem Vergleiche der Entwicklung der beiden Pflanzenfamilien, der Iridaceen und Gramineen, scheint mir das Resultat zu erwachsen, dass beide in einem engeren Verwandtschaftsverhältnisse zu einander stehen dürften, während die Cyperaceen vielleicht eine nähere Beziehung zu den Liliaceen voraussetzen lassen.

i. Die Blüthen der Commelynaceen.

Über den Blüthenstand dieser Pflanzen eine vollkommen klare Einsicht zu gewinnen, ist nicht ganz leicht. Man muss sehr viele jüngste und ältere Stadien derselben untersucht haben, um sich zunächst nur richtig orientieren zu können. Dabei setzen die sehr weichen Gewebe des Vegetationskegels und die relativ festen der dichten Blattumhüllungen der erfolgreichen Herstellung von Präparaten noch jüngerer Seitenknospen erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Ausserdem hat wegen seiner vortrefflichen Beschützung der Vegetationskegel mehr als gewöhnlich die Neigung, schnell auszutrocknen und zu collabieren, so dass zarte Furchungen sich sehr schnell verwischen. Einigermassen werden allerdings die Übelstände dadurch beseitigt, dass man das ganze Jahr hindurch frisches Material in beliebiger Menge zur Verfügung hat, denn die Familie liefert wenigstens in einem Vertreter, der Tradescantia Virginica L., die uns zunächst beschäftigen soll, während des Frühlings und Sommers reichliche neue Seitenäste an den blühenden Stengeln und treibt gegen

den Herbst zu bereits Sprosse mit Blüthenanlagen aus dem Rhizom, die theilweise überwintern. Man hat nur nach solchen Schösslingen zu suchen, bei denen man ein derbes unterstes Internodium durch die Blattscheiden fühlt, um sicher zu sein, dass man einen Spross mit Inflorescenzanlagen vor sich hat.

Jedes erste Blatt erscheint an einem Seitenstrahle mit zwei Primordien, wie dies für die Palea superior der Gräser und den Utriculus der weiblichen Carexblüthe, aber auch für die Seitenknospen von Zea mais nachgewiesen wurde. Die folgenden Blätter stehen zweizeilig, wobei die Distichieebene sich mit dem Tragblatte rechtwinklig schneidet. An dem Vegetationskegel folgen auf das Vorblatt eine sehr verschieden grosse Zahl (2—13) Blätter, worauf an ihm eine erhebliche Veränderung vor sich geht. Senkrecht nämlich zu der langen Axe des ellipsoiden Körpers gestellt erscheint eine Furche, welche ein auf das vorletzte und ein auf das letzte Blatt zugewandtes Primordium erzeugt. Ist der Seitenspross aus einer Axillarknospe an dem oberen Theile eines aus dem Wurzelstocke unmittelbar entspringenden reichbeblatteten Stengels hervorgegangen, steht er also zur Zeit der Inflorescenzanlage noch unter den Bedingungen, die jeder in der Achsel eines hochbescheideten Blattes erduldet, so ist die weitere Entwicklung folgende: Die beiden ursprünglichen Primordien erheben sich dergestalt, dass eine schräge Abflachung nach vorn entsteht, dabei rücken sie unter einem sehr spitzen Winkel auseinander. Ehe irgend eine weitere Theilung der wieder nahezu ellipsoidisch gewordenen Vegetationskegel sich vollzieht, tritt an den einander zugewandten Seiten je ein Blatt hervor, das mit den sich vergrössernden Primordien fortwächst, so zwar, dass es den Scheitel vorn umspannt.

Nach dem Erscheinen dieses Blattes furcht sich jeder der beiden aus dem Vegetationskegel entstandenen Theilkörper, nachdem er sich vorher wieder zu einem ellipsoiden Gebilde gestreckt hat. Die Richtung der Furchung fällt parallel zur kurzen Axe des Ellipsoids. Durch diesen Process zerfällt der Körper in zwei Primordien, von denen das obere eine jüngste Blüthenanlage (*fl*[1] und *fl*[1], Taf. IV, Fig. 9), das untere einen Vegetationskegel darstellt (*v* und *v*). An dem ersteren gliedert sich ein Kelchblatt aus *s*[1], dabei eilt die Blüthe, welche auf das vorletzte Laubblatt zu liegt (*fl*[1] rechts), der andern ein wenig voraus.

Die Lage der beiden ersten Blätter an den Blüthen ist symmetrisch zur ersten Theilungsrichtung im primären Vegetationskegel, und beide befinden sich dabei in unmittelbarer Nachbarschaft zu einander. Die zweiten Blätter erscheinen ebenfalls an der Hinterseite jedes Primordiums wiederum in symmetrischer Disposition. Das dritte Blatt

dagegen liegt vorn. Noch ehe aber diese beiden Blüthen ihre drei ersten Phyllome erlangt haben, beginnt sich schon an der zu dem Begleitblatte der Blüthe entgegengesetzten Seite ein neues Blatt auszugliedern, dem vor einer weiteren Differenzierung des Vegetationskegels bald ein anderes wieder an der vorderen Seite folgt. Zwischen beiden tritt dann ungefähr senkrecht zur ersten Furchung in jedem gedehnten Vegetationskegel eine neue Furche auf, die ein Blüthenprimordium und wieder einen Vegetationskegel abgliedert. Taf. III, Fig. 10 stellt ein Bild aus einem Specialblüthenstande dar, bei welchem zwei Blüthen und der Vegetationskegel gesehen werden. Die Furchung, welche den letzteren vom jüngsten Primordium abgetrennt hat, ist noch ganz flach, alle drei Körper hängen mit einander auf das innigste an den Berührungsstellen zusammen. Die grösste Ausdehnung des früheren Vegetationskegels lag in der Richtung, dass die Furche F ungefähr senkrecht darauf stand. Der neue Vegetationskegel hat sich bereits wieder gedehnt, so dass jetzt seine lange Axe durch die Blätter β' und β'' verläuft. Er hat wieder ein Blatt β'' angelegt, nachdem zur Zeit, als die Spitze auf der entgegengesetzten Seite, also gegenüber von β sich befand, ein vorhergehendes β' an ihm aufgetreten war. Die nächste Furchung im Vegetationskegel wird nun ungefähr parallel mit derjenigen gehen, die vorher fl und $(fl' + v)$ von einander sonderte, und wird fast senkrecht auf der Linie, die durch β' u. β'' geht, stehen. Wir erhalten also in jedem Specialblüthenstande am Fusse jedes der beiden Theile, in die der primäre Vegetationskegel des ganzen Systems zerfiel, ein System von einander fast senkrecht schneidenden Ebenen. Der nächste Zustand zu dem, welchen Taf. IV, Fig. 10 darstellt, ist in Fig. 12 wiedergegeben.

Eine solche Form von Inflorescenzen ist uns bisher noch nicht unter den Monocotylen begegnet. Das Auftreten von succedanen Furchungen an einem sich dehnenden Vegetationskegel, durch welche eine Blüthe und ein neuer, wie ich ihn bezeichnet habe, conjugierter Vegetationskegel erzeugt werden, erinnert uns lebhaft an einen Blüthenstand, den ich früher bereits eingehender besprochen habe, nämlich an das Borragoid*), und in der That kann ich nach allen Verhältnissen die Blüthenstände, welche in den Achseln der beiden obersten Blätter an einem Zweige von Tradescantia gefunden werden, von ihm nicht unterscheiden. Wir könnten nur im Zweifel darüber sein, ob wir nicht geschaarte Blüthen vor uns hätten, die wickelartig verbunden sind. Das Vorhandensein von Begleitblättern, die der Vergleich als Vorblätter der gegenüberliegenden und als Tragblätter der

*) K. Schumann in Berichten der deutschen botan. Gesellschaft 1889. p. 53.

anliegenden Blüthen erklären muss, würde nicht dagegen sprechen, denn ich habe oben dargethan, dass auch bei den geschaarten Blüthen solche Blätter vorhanden sein können; überdies giebt es unter den Commelynaceen Gattungen, bei welchen die Begleitblätter fehlen, z. B. Commelyna. Der Vorgang aber, demzufolge durch eine Furchung der oben besprochene Zweck erreicht wird, zeigt, dass wir unbedingt ein Borragoid vor uns haben, denn die geschaarten Blüthen setzen voraus, dass aus dem neubildungsfähigen Grunde der Blattachsel unmittelbar immer neue Primordien ausgegliedert werden.

Dass das Borragoid wirklich in der reinsten Form, von dem eines Heliotropium z. B. durchaus nicht verschieden, der Familie eigen ist, zeigen die schönen Inflorescenzen der Gattung Palisota, von der ich P. acuminata C. B. Clarke an von Ioh. Braun in Kamerun gesammeltem Spiritusmateriale untersuchen konnte. Ich habe an diesen Blüthenständen irgend einen Unterschied gegen die ausgeprägtesten Borragoide nicht aufgefunden.

Die Stellung der Blätter an den Blüthen erfordert noch eine Besprechung. Das erste Perigonblatt entsteht bei denjenigen, welche auf die beiden ersten folgen, regelmässig zwischen dem Deckblatte und der voraufgehenden Blüthe, das zweite zwischen der vorhergehenden und der folgenden, das dritte zwischen dem letzten Vegetationskegel und dem Deckblatte. Diese Stellung stimmt mit den bisher gemachten Erfahrungen nicht überein; freilich müssen wir aber bedenken, dass auch die Bedingungen, unter welchen die Blüthe sich befindet, mit den bis jetzt beobachteten Vorkommnissen durchaus nicht die gleichen sind. Das Deckblatt steht nämlich nicht senkrecht gegen eine Hauptaxe, das Blüthenprimordium hat also auch nicht die Form eines quergestreckten Ellipsoidkörpers, sondern ist von Anfang an flach und fast kreisförmig umrissen. Wenn wir in dem Blüthenstande einen Körper haben wollen, der sich mit dem Primordium der gewöhnlichen Monocotylenblüthen vergleichen lässt, so müssen wir den Vegetationskegel einer Specialinflorescenz betrachten. Dieser stemmt sich mit dem Stirnrande gegen das sich eng anpressende letzte oder vorletzte Laubblatt, in dessen Achsel die Inflorescenz sich befindet (Taf. IV, Fig. 10), es ist auch in die Quere gedehnt (vergl. Taf. IV, Fig. 11). Hier würde also ein Blatt vorhanden sein, das dem Deckblatte entspricht, das Laubblatt nämlich, als Contaktkörper aber würden die vorhergehenden Blüthen fungieren. Desshalb müssten wir hier, wenn überhaupt in dem Systeme, zwei zum ersteren normal gestellte Blätter auffinden. Wie die Figuren zeigen, ist dies in der That der Fall. Die Lage des ersten und zweiten Blattes, welche an dem Vegetationskegel auftreten, ist genau die entsprechende, welche wir bisher an einem Monocotylen-

Blüthenprimordium beobachtet haben, das sich unter entsprechenden Bedingungen befand (Ornithogalum, Scilla, Hemerocallis etc.).

Mögen die Anlagebedingungen für die Blüthen sein, welche sie wollen, ersichtlich ist, dass sie für je zwei auf einander folgende Blüthen in dem distichen Blattsysteme symmetrisch zur Distichieebene oder zur Halbierungsebene des Blüthenstandes vertheilt sind. Daher leuchtet ein, dass die Blüthen zu beiden Seiten des Borragoids gegenwendig sein müssen.

Für die Entstehungsfolge der Blätter will ich versuchen, noch einige erklärende Bemerkungen mitzutheilen. Durch die sehr seichte Furchung, welche das Blüthenprimordium und den conjugierten Vegetationskegel abschneidet, befinden sich beide in einem sehr engen Connex; ja sogar die bereits in ihren Perigonblättern nahezu vollendet ausgebildete vorhergehende Blüthe steht noch mit ihren Abkömmlingen in so enger Verbindung, dass man die 3 Körper, ohne sie zu zerstören, kaum von einander trennen kann. Die Perigonblätter sprossen nicht alle, wie gewöhnlich, als scharf getrennte Organe an dem Primordium hervor, sondern nur das erste Perigonblatt stellt einen bestimmt umschriebenen Lappen dar; die beiden anderen entstehen als ein einheitlicher Ring, der durch eine circulare Furche von dem flachen Hauptkörper des Blüthenprimordiums abgesondert wird. Nur an der Stelle, wo das Primordium die Furche zwischen der nächsten Blüthe und dem Vegetationskegel berührt, zeigt eine seichte Kerbe die Berührungsstelle des zweiten und dritten Perigonblattes an. Das Auftreten dieses Ringes hängt aber, wie man an geeigneten Präparaten deutlich sieht, mit dem Masse der Isolierung zusammen, welche zwischen den sich berührenden Körpern stattfindet. Erst dann, wenn sich die Kanten der Furche, welche dem Blüthenprimordium zugehören, genügend gehoben haben, wenn das Primordium von der Verbindung mit dem Vegetationskegel frei geworden ist, bildet sich jener Tellerrand aus, der die Anlagen des zweiten und dritten Perigonblattes darstellt. Das Primordium ist zuerst frei an der Seite, welche an die zweit vorhergehende Blüthe anstösst (Taf. IV, Fig. 10 β'), dort entsteht auch das erste Blatt schon in der Zeit, wo das Primordium noch ein integrierender Bestandtheil des Vegetationskegels ist, und zwar das Tragblatt der Blüthe. Zwischen ihm und der vorausgehenden Blüthe löst sich demnächst das Blüthenprimordium ab, indem sich dieser Theil erhebt: während also die ganze übrige Partie noch mit der vorhergehenden Blüthe und dem Vegetationskegel verbunden ist, kann hier, aber nirgend sonst ein Blatt erscheinen. Das ist aber die Stelle, wo überhaupt an Borragoidblüthen das erste Kelchblatt erscheint (Taf. IV, Fig. 10 *fl' s'*), wir werden bei den Dicotylen

wieder auf diese Eigenthümlichkeit zurückgreifen müssen. Die Erhebung des Blüthenkörpers schreitet nun allmälig weiter vorwärts in der Richtung auf die Furche zu, die vorher die Blüthe *fl'* vom conjugierten Vegetationskegel *v* geschieden hat, bis die Isolierung so weit gediehen ist, dass der scheibenförmige Körper den Vegetationskegel überragt. Dann erst kann sich simultan der Ring ausbilden, welcher, wie ich oben beschrieben habe, als erste Andeutung der beiden letzten Perigonabschnitte zu betrachten ist.

Diese Verhältnisse walten allgemein bei den Blüthenständen ob, denen nur wenige Laubblätter vorausgehen. Solche Sprosse können die Zahl der letzteren bis auf 2 vermindert haben, so dass die ganze Axe, das Primärblatt eingeschlossen, nur 3 Blätter trägt. Aus der Grundaxe aber erheben sich unmittelbar viel- (bis 13-) blättrige Stengel, in deren Blattachseln die wenigblättrigen Sprosse auftreten. Während die letzteren in einem engen Contakte mit der Hauptaxe ihre Inflorescenzen entwickeln, verhalten sich jene in sofern anders, als sie die Blüthenstände ohne dorsalen Contakt erzeugen. Hier schien mir nun auch eine andere Lagerung der Perigonblätter vorhanden zu sein, indem die beiden ersten Blüthen den Rücken, wo die Perigonblätter s^1 und s^2 auftreten, nicht parallel nach einer Richtung nach hinten kehren, sondern sich gegenseitig zuwenden. Indess bedarf diese Beobachtung erneuter Wiederholung, da es, wenn man nicht gerade die allererste Anlage trifft, schwer wird, eine Entscheidung darüber zu geben, ob das eine oder das andere Verhältniss vorliegt.

Ich habe mir grosse Mühe gegeben, auch die Entwicklung der Inflorescenz und der Blüthen an Commelyna zu untersuchen, habe aber bei weitem nicht die vollständigen Resultate erzielt, wie bei Tradescantia. Die Blüthen entbehren in dieser Gattung der Vorblätter, gewissermassen um diesem Mangel an genügendem Schutze zu begegnen, sind die jüngeren Blüthen und der Vegetationskegel des Sprosses in einen sehr zähen Schleim eingebettet*), den ich durch kein Mittel beseitigen konnte. Er verhindert zunächst jedes klare Bild, und die Bemühungen, ihn zu entfernen, beschädigen fast regelmässig die jüngeren Anlagen. So viel habe ich aber doch ermitteln können, dass an dem Vegetationskegel der Blüthe, ohne Andeutung

*) Ich kann auf weitere Beispiele derselben Correlation hinweisen. Bei Victoria regia sind die Neubildungen und die Sprossspitze durch grosse Stipularscheiden geschützt, welche bei Nymphaea nur in der Form zweier kleiner seitlicher Läppchen angedeutet sind, bei Nuphar aber ganz fehlen; dafür zeigen die Blüthen dieser Gattungen und die jüngeren Theile ebenfalls eine mächtige Schleimfülle; ganz ähnlich verhalten sich die sehr wohl geschützten Blüthen der Gattung Halophila und die minder dicht von Blättern umhüllten von Hydrocharis.

eines Vorblattrudimentes, der erste Perigontheil neben die zweit vorausgehende Blüthe nach hinten zu gerichtet ist. Er umfasst aber einen bei weitem grösseren Theil des Primordiums; ihm gegenüber erscheinen simultan und nur durch eine flache Kerbe getrennt die zwei übrigen Glieder des äusseren Cyklusses.

Einen erheblich besseren Erfolg hatte ich mit der Untersuchung von Aneilema Forskalii Kth., welche ebenfalls in die Tribus der Commelyneen gehört, und die im botanischen Garten von Berlin cultiviert wird. Sie wurde aus Samen gezogen, den SCHWEINFURTH aus Arabien eingesandt hatte. Der Blüthenstand dieser Pflanze zeigt eine von den bekannten Formen der Familie abweichende Tracht, die noch bei Pollia und einigen anderen Gattungen beobachtet wird. Die Spindel der Inflorescenz ist sehr gestreckt und in grösseren Intervallen sind die Blüthen einzeln an ihr befestigt, so dass die Specialblüthenstände einer sehr lockeren Traube gleichen. Überall dort, wo eine Blüthe von der Hauptaxe sich abzweigt, steht ein eigenthümliches manschettenartiges Blatt von dütenförmiger Gestalt, der Rand ist an der einen Seite durch 2 drüsig verdickte Stellen schwach gekerbt, an der andern ist er ein wenig in die Höhe gezogen, hier ebenfalls etwas verdickt und fast kappenförmig. Der Beschluss der Inflorescenz wird durch eine Blüthe in der Anthese gebildet, an deren Seite eine Knospe sich befindet, die sich wieder als ein Manschettenblatt erweist, das eine Blüthe umfasst. Diese hat am Grunde abermals einen gleichen Complex und so fort, bis man zum jüngsten Vegetationskegel gelangt. Der Verschluss dieser auf einander folgenden Complexe ist ein sehr dichter und fester, dem entsprechend ist ein schützender Schleim nicht vorhanden. Jede jüngere Blüthe befindet sich also am Fusse der nächst älteren, dabei liegt die vorgezogene Spitze des Manschettenblattes abwechselnd rechts und links, immer um 90° divergierend; der Blüthenstand charakterisiert sich also als Wickel, und die scheinbare Hauptaxe, welche in ihren Gliedern so gedehnt ist, dass man die Insertion der scheinbaren Seitenstrahlen nur schlecht übersieht, ist ein Sympodium.

An der Sprossspitze sehen wir folgende Vorgänge. Zunächst erscheint an dem quergestreckten Vegetationskegel ein Blatt (Taf. IV, Fig. 13 *β* an *v*), welches sich schnell vergrössert und locker den in seiner Achsel erscheinenden neuen Vegetationskegel überdeckt. Es wächst um den Kegel herum und kommt auf der entgegengesetzten Seite endlich zum Verschlusse. Nach ihm tritt diametral gegenüber, also normal zum eigenen Deckblatte, an dem ellipsoiden Körper ein zweites Blatt hervor (Taf. IV, Fig. 13 u. 14 *s'*). Dann erscheint jene bekannte Furchung, welche ein Blüthenprimordium *fl* und einen conjugierten Vegetationskegel *v* differenziert (Taf. IV, Fig. 14 zwischen

fl und *v*). Jenes Blatt *s'* erreicht bei weitem nicht die Grösse von *β'*, es umfasst vielmehr das Blüthenprimordium nur etwa zur Hälfte; bei weiterem Wachsthum legt es sich flach dem Blüthenprimordium an. Dieses erzeugt, nachdem *s'* erschienen ist, an dem noch von Neubildungen entblössten Rande 2 dem s^1 gegenüber liegende Blätter simultan (Taf. IV, Fig. 13 s^2 und s^3).

Diese Beobachtung der simultanen Entstehung giebt eine Lösung für die Erscheinung, dass bei Commelyna die vorderen Blätter ebenfalls paarig auftreten und auch verbunden sich weiter entwickeln. Bei der eben erwähnten Gattung werden sie erst von einander gesondert zur Zeit der Anthese, wenn der Druck der sich entfaltenden Blumenblätter mechanisch die beiden Blätter auseinander reisst.

Die Formen der Inflorescenzen bei den mir bekannten Commelynaceen stellen, wie aus der Entwicklungsgeschichte hervorgeht, sämmtlich Borragoide dar, sie sind wickelartige Aggregate, bei denen durch eine in der kurzen Axe des ellipsoidisch gedehnten Vegetationskegels gelegene Furche eine Blüthe und ein neuer conjugierter Vegetationskegel erzeugt wird. Der äusseren Tracht nach sind sie von einander nicht unerheblich verschieden. Am nächsten kommt der typischen Form, welche bei den Borraginaceen selbst beobachtet wird, Palisota. Die Blüthen dieser Gattung werden von keinen Begleitblättern gestützt, die Inflorescenz ist also ein nacktes Borragoid, das sich überdiess desswegen noch enger an jene anschliesst, weil die Spitze sehr stark eingerollt ist. Nackte Borragoide besitzen auch sämmtliche Arten der Gattung Commelyna, die von einem grossen kahnartig umschliessenden Tragblatte gestützt werden. Sie zeigen zwar auch bereits eine Neigung zur Einrollung, doch ist das Mass derselben viel geringer. Beblattete Borragoide besitzen die Gattungen Cyanotis und Tradescantia. Jene sind während ihrer weiteren Ausbildung von dem stützenden Tragblatte nicht umschlossen, bei ihnen liegt also, weil ein Hinderniss von der Blattbasis nicht geboten wird, die Möglichkeit vor, sich an der Spitze einzurollen, und in der That zeigen sie diese Spirale in derselben Ausbildung wie Palisota. Die Entwicklung der Inflorescenz habe ich wegen Mangels an lebendem Materiale nicht verfolgen können. Bei Tradescantia dagegen stösst der Stirnrand des letzten Vegetationskegels der Inflorescenz gegen das Tragblatt derselben. Eine spirale Einrollung ist wegen dieses Hindernisses nicht möglich.

Bezüglich der Kelchanlage herrscht bei den Commelynaceen kein ganz einheitlicher Grund- oder Bauplan.

Wir haben vielmehr trotz des bescheidenen Umfanges, in dem die Familie untersucht werden konnte, zwei Formen wahrgenommen,

bei den Gattungen Tradescantia und Palisota steht das erste Kelchblatt schief zwischen dem eigenen Deckblatte der Blüthe und der zweit vorausgehenden, bei Aneilema divergiert es gegen das letztere um einen rechten Winkel. Dass diese Lagerungsverhältnisse durch den Contakt, in Sonderheit bei der letzten Pflanze durch die erhebliche Dehnung der Merithallien und die Entfernung der älteren Blüthen von den jüngeren bedingt wird, halte ich für sehr wahrscheinlich. Eine noch weiter gehende Verschiedenheit im Aufbaue der Blüthen beider Gattungen wird uns weiter unten entgegentreten.

k. Monocotylen ohne echte Tragblätter.

Schon bei Asparagus maritimus hatte ich Gelegenheit, eine Blüthe hinsichtlich ihrer Entstehung zu besprechen, die eines Tragblattes entbehrte. Scheinbar besitzt zwar die entwickelte Blüthe ein solches: Wydler, sowie Eichler und andere bezeichneten es als eine Bractee. Das Erscheinen folgt aber so spät, dass ihm diese Bedeutung nicht zugesprochen werden kann. Der Stellung nach zwischen dem vorderen Blatte und dem nach vorn gekehrten Gliede des hinteren Paares, falls ich die Disposition der Blüthe nach der gewöhnlichen Monocotylenform bestimme, könnte man sie eher für eine Bracteole halten. Da sie aber viel später aus dem Blüthensprosse hervortritt, als die ersten Anlagen der Primordien geschehen, so kann sie keine Einwirkung auf die Lage der Perigonzipfel ausüben. Die Stelle des Deckblattes vertritt, wie wir sahen, das gemeinschaftliche Tragblatt des ganzen axillären Systemes, indem sich dieses auf der Vorderseite mit dem Primordium in Contakt befindet.

Bei Triglochin sind Begleitblätter irgend welcher Art überhaupt nicht mehr vorhanden, die Blüthen sind vollkommen nackt. Ich untersuchte im Ausgange des Aprils die Blüthenähren beider bei uns heimischer Arten, des T. palustre L. u. T. maritimum L. Die lang kegelförmige fleischige Axe der Inflorescenz wird bereits im Herbste des vorhergehenden Jahres mit Blüthen beladen; man findet diese dann im Frühjahre an einzelnen Stöcken in schon sehr weit vorgeschrittener Entwicklung am unteren Theile der Spindel. Zwischen ihr und der nackten, stark vorgezogenen Spitze sind alle Zustände leicht zu überblicken. Die Blüthen erscheinen unter ziemlich vollkommenem Contakte in der Gestalt von zuerst kaum bemerkbaren kleinen, flachen Kugelabschnitten (Taf. V, Fig. 3), die sich schnell erheben und mit einander in engere Berührung treten. Sie werden ganz sicher nicht immer auf der Einerzeile angelegt, sondern in der Fortsetzung höher zu beziffernder Contaktlinien, ich constatierte 8er und 5er Zeilen; und schreiten nicht immer genau gleichmässig rings um den Stamm

vor, sondern die eine Seite zeigt nicht selten eine Verzögerung der Anlage.

Der Umriss der Primordien ist zuerst kreisförmig. Wenn sie sich vergrössern, so wird trotz der sehr engen Berührung eine Formveränderung nicht bewirkt, die Primordien behalten vielmehr die ursprüngliche Gestalt bei. Durch das Längen- und Dickenwachsthum der Axe würden nun Lücken entstehen, wenn sich die Blüthenanlagen nicht in die Länge streckten. Die Richtung dieser Dehnung fällt ungefähr mit den Linien zusammen, welche im Kegelmantel von der Basis nach der Spitze zu ziehen sind. Indess ist doch meist eine kleine Abweichung vorhanden, die ich mit Hülfe des Transporteurs zu 10 bis 15° im Maximum ermittelte. Bei vollkommen gleichmässiger Entwickelung der Primordien steht diese Abweichung von der Senkrechten offenbar in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnisse von der Steilheit der Curven, welche die Contaktlinien bilden, die Unregelmässigkeiten in der Lage der Wachsthumsaxe werden aber durch die nicht ganz gleichmässige Grössenzunahme hervorgebracht. In der Längsaxe tritt an der unteren Seite das erste Blatt als ein stumpfer flacher Vorsprung auf (Taf. IV, Fig. 3 fl^{13}), zu dem dann ein Blattpaar normal gelegen erscheint; dabei ist das eine Glied desselben wie es scheint regelmässig etwas grösser wie das andere (Taf. IV, Fig. 4). Die Orte für dieselben sind durch die benachbarten Blüthen wieder bestimmt. Steigt nämlich die steilere 8er Zeile links von der zu betrachtenden Blüthe, die minder steile 5er Zeile rechts auf, so sind die oberen und seitlichen Contaktblüthen, die hier in Betracht gezogen werden müssen, für fl^0 die Blüthen fl^{-5}, fl^8, fl^{13} und fl^5. Die Räume, welche für die Neuanlagen von Perigonblättern zur Verfügung stehen, sind links zwischen fl^{-5} und fl^8, rechts zwischen fl^{13} und f^5 gelegen. Bei einem solchen Arrangement ist regelmässig, wenigstens glaube ich die Beobachtung sicher gemacht zu haben, das linke Blatt das früher angelegte und grössere (Taf. V, Fig. 4), das rechte das kleinere. Die linken Primordien des Contaktes sind aber von den umgebenden Körpern die relativ grösseren; wenn sie sich also berühren, so wird in der Nachbarschaft von fl^0 ein grösserer Raum zur Verfügung stehen als auf der rechten Seite, wo relativ jüngere Primordien vorhanden sind.

Die Anlage der oberen Perigonabschnitte an den unteren Primordien vollzieht sich in der Regel, bevor das untere Blatt an den oberen Primordien erscheint, daher bemerkt man stets, dass später die letzteren die oberen Perigonabschnitte der tiefer stehenden Blüthen überdecken. Das zuerst auftretende untere Perigonblatt vergrössert sich sehr schnell und schiebt sich, nachdem die Blüthe durch die

Erhebung der oberen und durch intercalare Streckung der Spindel wieder freigelegt ist, über jene hinweg, fungiert also in ähnlicher Weise als Schutzblatt, wie gewöhnlich das Tragblatt der Blüthen. Weiter kann aber die Parallele mit einem Deckblatte nicht gezogen werden, da hier der hintere Contaktkörper in der Weise nicht vorhanden ist, dass ein in der Mediane der Blüthe verlaufendes Druckmaximum entwickelt würde. Die Stellung der oberen paarigen Perigonabschnitte ist vielmehr durch den Contakt mit den Nachbarblüthen bedingt.

Die Infloreseenz der Araceen müsste ich jetzt anschliessen, da auch bei ihnen Tragblätter in der Regel nicht entwickelt sind. Von den mit einer Blüthenhülle versehenen Pflanzen dieser Familie konnte ich leider kein geeignetes Material erlangen: weder Acorus noch Gymnostachys, Orontium oder Anthurium habe ich in den geeigneten Entwicklungsstadien gefunden. Gerade sie sind aber für die Betrachtung über die mechanischen Bedingungen der Blüthenstellung von erheblicher Bedeutung wegen ihrer Modification in den Blüthenzahlen. Ich glaube wohl, dass dieselben mit der Stellung und Neigung der Contaktzeilen in Zusammenhang stehen mögen. So dürften bei Gymnostachys die Blüthen wenigstens nach Payer in Orthostichen erscheinen, die natürlich für die Contaktverhältnisse von fl^0 ganz andere Bedingungen schaffen würden, wie bei Triglochin und den trimeren Araceen. Da aber nur aus Autopsie ein genaueres Urtheil gebildet werden kann, selbst wenn die vorliegenden Zeichnungen noch so vortrefflich entworfen sind, so muss ich mich vorläufig über diese Gruppe jeder Meinungsäusserung enthalten. Die von mir studierte Entwicklungsgeschichte von Spathicarpa sagittifolia Schott ist für den vorliegenden Gegenstand desswegen unbedingt nicht geeignet, weil eine sehr frühzeitig vor der Blüthenanlage eintretende gemeinschaftliche Erhebung des Kolbens und seiner Spatha (d. h. eine Verwachsung beider) nur einseitige männliche Primordien in zwei Zeilen bedingt, zwischen denen randliche weibliche Blüthen eingeschaltet werden. Diese Anomalie, sowie die daraus hervorgehenden ungleichen Grössen der Blüthenprimordien bewirken Störungen, welche vorläufig nicht zu übersehen sind.

Der Entwicklung des Blüthenstandes von Triglochin schliesst sich in gewissen Beziehungen diejenige der Inflorescenz von Tofjeldia calyculata Wahlb. an. Die Primordien erscheinen gleichfalls an dem kegelförmigen Scheitel der Hauptaxe in aufsteigender Folge (Taf. IV, Fig. 17), doch ist der Vegetationskegel dem flachgedrückten Sprosse entsprechend in gleichem Sinne, also parallel zur Distichieebene, ziemlich stark abgeflacht. Er ist auch viel kürzer und daher weniger reichblüthig wie bei Triglochin. Bezüglich der Spitze

machte ich verschiedene Erfahrungen. Der ganze Kegelmantel bedeckt sich mit Blüthen, und auch die Spitze kann unter Umständen von ihnen besetzt sein; zuweilen aber bleibt ein bestimmter Raum übrig (Taf. IV, Fig. 18), der entweder genau apical, meist aber ein wenig seitlich gelegen ist. Er ist stets zu beobachten, sobald seine Grösse geringer ist als die Fläche, welche eine Blüthe zu ihrer Anlage beansprucht. Insofern hat Wydler Recht, wenn er sagt, dass gewöhnlich keine echte Terminalblüthe entwickelt ist.*) Freilich kann man wiederum nicht sagen, dass »das, was so aussieht, nur die oberste sich aufrichtende Seitenblüthe sei«, denn in den meisten Fällen wird der Scheitel von drei bereits in der ersten Anlage aufrechten Blüthen eingenommen. Ausnahmsweise scheinen übrigens doch auch echte Gipfelblüthen aufzutreten, wenigstens sah ich an einem blühenden Exemplare einmal eine tetramer gebaute vollkommen endständige, auch Verbindungen von zweien zu sogenannten Doppelblüthen fehlen nicht ganz.

Die Seitenblüthen der unteren Sphäre erscheinen in der Form ziemlich genau kreisförmig umschriebener Primordien (Taf. IV, Fig. 17). Sie verbreitern sich allmälig allseitig und nehmen die Gestalt flacher, etwas elliptischer Scheiben an, bei denen die grossen Axen horizontal liegen. Nun schiebt sich zwischen die beiden unteren Contaktkörper ein ziemlich grosser Lappen in der Richtung der kurzen Diagonale ein. Er erscheint ausserordentlich früh, nicht selten sogar, wie ich glaube, zusammen mit dem Primordium und unter demselben, so dass hier ein Übergang zu Blüthen mit stammbürtigen Blättern vorliegen könnte. Darauf werden an den Seiten rechts und links flache Hautsäume (Taf. IV, Fig. 19 *fl*[1]) abgetrennt durch bogenförmig verlaufende Furchen, auf die ein vorderer Hautsaum (Taf. IV, Fig. 19 *fl*[2]) folgt. Die Bedeutung dieser vier Körper ist folgende. Der erste Lappen bildet das an dem Primordium befestigte Tragblatt der Blüthe, das also nicht der Hauptaxe angehört. Ganz ähnlich wie das erste Kelchblatt von Triglochin, vergrössert es sich sehr schnell und umgiebt bald den vorderen Theil des Primordiums. Die beiden seitlichen Hautsäume und der zweite vordere bilden den eigenthümlichen Körper, welcher wie ein kurzer Becher die Blüthe unten umfasst und den man Calyculus genannt hat. Er hat den Morphologen in seiner »Deutung« viele Schwierigkeiten gemacht: man hat ihn »als ein einziges adossiertes Vorblatt betrachtet, dessen Mitte nicht ausgebildet ist, während sich 2 Seitenlappen und ein Vorderlappen (als Commissuralbildung) entwickelt hätten«; diese Deutung erschien aber Eichler**) sehr künstlich,

*) Wydler in Flora 1863, p. 86.
**) Eichler Blüthendiagramme I. 147.

zumal da dann das erste Kelchblatt über dasselbe fallen würde, was seiner Anschlusstheorie widersprach. Sonst, meinte er, »könne man auch an zwei seitliche Vorblätter mit einem Commissuralzipfel oder an einen 3zähligen Kreis denken«, schliesslich liess er aber die ganze Frage unentschieden. Alle diese Deutungen geben im Grunde nicht viel anderes als eine Umschreibung der Thatsachen. Es liegt eben hier ein Gebilde vor, das bei anderen Monocotylen nicht beobachtet wird und sich morphologisch nicht parallelisieren lässt; seine physiologische Bedeutung ist nicht bekannt.

Die Stellung der beiden ersten Blätter des Calyculus weicht nicht erheblich von den Verhältnissen ab, die wir bei den meisten Monocotylen kennen gelernt haben, sie sitzen an dem quergedehnten Körper transversal. Dadurch aber, dass sich das Primordium nicht wie gewöhnlich vorn hebt, sondern die flache Form behält, wenn das vordere Glied erscheint, haben die drei Elemente eine solche Stellung, dass rückwärts eine breite Lücke entsteht, die auch an der Blüthe sub anthesi sich noch bemerklich macht. Der Calyculus dient nun als bestimmender Cyklus für das Auftreten der äusseren Perigonblätter, welche sich in die Lücken zwischen die 3 vorhandenen Elemente stellen; dabei ist eine Verzögerung des rückwärts gelegenen Blattes an allen Seitenblüthen zu constatieren. Nach dem äusseren Cyklus erscheinen die Glieder des inneren wieder alternierend mit jenem. Auf diese Weise gewinnt die Blüthe von Tofjeldia calyculata die umgekehrte Stellung zu jener, die bei vorblattlosen Monocotylenblüthen die häufigste ist. Der äussere Cyklus steht zu dem Deckblatte nach der Relation $\frac{1}{2}$ und nicht $\frac{2}{1}$.

In den Blüthen, welche am Scheitel des Vegetationskegels senkrecht angeheftet sind, bemerkt man öfters, dass das hintere Perigonblatt früher als gewöhnlich erscheint und auch später durch beträchtliche Grösse sich vor den anderen Theilen abhebt (Taf. IV, Fig. 21). Dieses Blatt liegt hier im Gegensatze zu den anderen Blättern frei und ragt ohne Contakt in den apicalen Raum, von dem ich gesagt habe, dass er sich oft zwischen den oberen Blüthen findet. Ich möchte diesen Umstand als die Ursache der früheren Erscheinung und Vergrösserung ansehen.

Die Zeit, in welcher Tofjeldia calyculata am besten untersucht wird, ist nach meinen Erfahrungen der Herbst. Ich habe noch bis Mitte Oktober an Stöcken des Berliner botanischen Gartens sämmtliche Entwicklungsphasen aufgefunden. Am seltensten sieht

man die allerfrühsten Anlagen und die Zustände, an welchen sich die inneren Perigonblätter entwickeln.

Bei den laubigen Axillarsprossen tritt bekanntlich die sonderbare Erscheinung auf, dass das zweite Blatt derselben, welches also auf das sogenannte adossierte Vorblatt folgt, die gleiche Stellung mit diesem aufweist. Die Untersuchung dieser Abnormität der Superposition an vegetativen Sprossen hängt zweifelsohne mit einer besonderen Form des ersten Blattes zusammen; ich habe leider die Frage nicht untersucht, möchte aber auf die Bedeutung derselben aufmerksam machen.

Tofjeldia calyculata hat eine erwähnenswerthe Neigung, in den Blüthen Missbildungen hervorzubringen, die nicht mit der Anwesenheit äusserlich sichtbarer Agentien im Zusammenhange stehen, sondern, da sie an einem Stocke und dessen Abkömmlingen regelmässig erscheinen, immanent sind. Sie finden sich immer in Verbindung mit einer laubigen Vergrösserung des Tragblattes (also des Primärblattes am Primord) und zeigen fast stets eine Vermehrung derselben in superponierter Stellung, ich habe bis 3 abnorme Bracteen constatiert. Hand in Hand damit gehen Zahlenveränderungen in den Blüthenkreisen und rückschreitende Metamorphosen derart, dass aus den Karpiden Staubgefässe werden. Alle diese Störungen scheinen auf veränderten Contaktbedingungen zu beruhen, deren Festsetzung eine nicht uninteressante Aufgabe sein würde.

Die Gattung Allium weist eine grosse Zahl von Arten auf, welche wie Triglochin überhaupt kein mit blossem Auge oder der Loupe sichtbares Tragblatt entwickeln, wie z. B. Allium sativum L., schoenoprasum L., moly L. etc.; bei anderen finden sich zwischen den Blüthen eigenthümliche hyaline Organe, welche Pakete von mehreren Blüthen einwickeln. Da man den Blüthenstand dieser Gattung noch nicht seiner Entwicklungsgeschichte nach verfolgt hat, so hielt ich diese Untersuchung für eine nicht unwichtige Angelegenheit. Man nimmt bekanntlich an, dass die Dolde dieser Gattung kein gewöhnlicher botrytischer Blüthenstand sei, sondern ein Aggregat von Schraubeln. Die Ableitung geschah durch die Verbindung der Knospen in einem Blüthenstande nach ihren Entwicklungsphasen. Ich habe zu wiederholten Malen an gross- und kleinblüthigen Inflorescenzen, an solchen, die mit zahlreichen und minder zahlreichen Blüthen versehen waren die Angaben zu controllieren versucht, ohne dass es mir gelungen wäre, derartige Schraubeln an begleitblattlosen Arten mit sicherer Bestimmtheit herauszufinden. Der Complex von Specialblüthenständen ist von einer Hülle umschlossen, die an der entwickelten Pflanze entweder einen einzelnen spathaähnlichen Körper darstellt oder aus

zwei Componenten besteht. Im letzteren Falle glaubt man, dass er aus 2 oder mehreren Theilen zusammengesetzt sei, von denen man sich vorstellt, dass sie analog den Verhältnissen, die bei Leucojum aestivum, Hemerocallis etc. beobachtet werden, als die Tragblätter der Schraubeln fungieren. Alle diese Ansichten schienen mir nicht genügend begründet und einer genaueren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung dringend bedürftig.

Als hauptsächliches Objekt benützte ich Allium schoenoprasum, von dem man sich im Frühjahre während mehrerer Wochen genügende Mengen passenden Materiales beschaffen kann. Die junge Zwiebel entsteht in der Achsel eines Blattes am Grunde der Inflorescenz, die wie bei Leucojum u. s. w. die Axe der vorhergehenden Zwiebel abschliesst. Nimmt man die Blätter von der Pflanze vorsichtig ab, so sieht man, dass jede blühende Zwiebel deren 4 besitzt: zu unterst steht ein spreitenloses Scheidenblatt, dann folgen zwei mit der bekannten röhrenförmigen Spreite versehene Laubblätter, endlich ein viertes ebenfalls laubig ausgebildetes, aber kleineres Blatt. Sie stehen in regelmässiger Distichie geordnet. Der neue Vegetationskegel, welchen die folgende Zwiebel erzeugen soll, befindet sich in der Achsel des vorletzten Laubblattes. Dieses ist wieder wie bei Leucojum an der Spitze stark verdickt, so dass hier ebenfalls eine Weitung zwischen den Blättern vorliegen muss, der zufolge der gestreckte ellipsoidische Vegetationskegel der Hauptaxe eine Verkürzung der langen Axe und eine grössere Annäherung zu einem kreisförmigen Querschnitte erfährt. Das erste Blatt tritt dorsal an dem jungen Lateralsprosse auf, dann folgt ein vorderes, hierauf wieder ein rückwärts gelegenes, das abermals eine Knospe erzeugt, und endlich wieder ein viertes vorderes. Bei Allium schoenoprasum befinden sich wie erwähnt die Medianen der Blätter fast oder vollkommen genau in einer Ebene. Andere Arten zeigen aber gewisse Abweichungen von diesem Verhältnisse. Es ist bekannt, dass die vielblättrigen Species der Gattung nicht selten eine höchst auffallende Schraubendrehung der Blattpaare zeigen. Ich untersuchte diese Erscheinung bei A. hymenorrhizum Led. und fand, dass sie bereits in der Knospe vorhanden war und wahrscheinlich mit einer extramedianen Stellung der letzteren zum Tragblatte zusammenhing.

Die Blätter umfassen bald nach ihrer Entstehung den Vegetationskegel und verbinden sich vorn zu einer Scheide, d. h. es erhebt sich unter dem Blattprimordium ein immer grösser werdender Ringwall, bis endlich die ganze Zone in der Insertionshöhe des Blattes rings um den Kegel in das Bereich der Neubildung gezogen wird. Die Spitze dieser Anlagen wird in Blatt 2 und 3 zu der röhrenförmigen Spreite

entwickelt, die Basis, welche den Vegetationskegel umgreift, wird zur Scheide des Blattes. Ihre Öffnung, die von der Mitte der Insertion und dem höchsten Punkte des Blattes abgewendet liegt, verengert sich nach und nach und stellt an dem entwickelten Blatte eine minutiöse Spalte dar, welche nur bei sorgfältiger Betrachtung des Blattes aufgefunden wird (Taf. IV, Fig. 22 *Du.*). Trotz ihrer Kleinheit ist sie für die Pflanze von grösster Bedeutung; hier liegt nämlich die Stelle, wo das nächstfolgende Blatt durchtritt. Damit die Durchbrechung nicht dem Zufall anheimgegeben ist, befindet sich die Spitze desselben stets genau in der Öffnung, und zwar von Anfang an, diese verschliessend: eine Orientierung, die dadurch zu Wege gebracht wird, dass das Mass des Zuwachses in beiden Blättern, dem eingehüllten und dem umhüllenden Blatte, genau gleich ist. Will man zum Vegetationskegel an einer Pflanze, die mehrere Blätter erzeugt hat, vordringen, so thut man am besten, dass man sich die Durchtrittsöffnungen aufsucht und hier einschneidet, um ein Blatt nach dem andern abzuschälen, ohne die Sprossspitze zu verletzen.

Was nun das vierte Blatt anbetrifft, so erscheint dies zunächst wie die übrigen. Seine Insertionscurve verläuft aber nicht horizontal, sondern senkt sich von der Mediane desselben nach der Seite der Öffnung hin, die hinten eine schmale, etwa elliptische Pforte bildet. Wenn sich die Axe etwas gestreckt hat, sieht der Körper mit der darauf sitzenden Scheide wie das Bein eines Pferdes mit seinem Hufe aus (Taf. IV, Fig. 23). Bald bilden sich aber auf den Flanken der Spatha zwei einander gegenüberliegende Furchen aus, und nun kann man die Spitze der Axe mit einem Vogelschnabel vergleichen (Taf. IV, Fig. 24). Solche Bilder haben ohne Zweifel die Vorstellung hervorgerufen, dass die Spatha der Alliuminflorescenzen aus zwei Blättern bestände, die aber, wie gezeigt worden ist, von der Entwicklungsgeschichte nicht bestätigt wird.

Untersucht man nun die Spitze des Sprosses, wenn die Inflorescenz angelegt werden soll, so findet man, wie erwähnt, dass der Vegetationskegel seine ellipsoide Gestalt aufgegeben und sich mehr der Form einer Kugelkuppe genähert hat. Er wird allmälig von der Spatha vollkommen umschlossen, die so weit verwächst, dass man, wie bei den ursprünglich ebenfalls offenen Kelchen von Eschscholtzia Californica, keine Spur eines Loches mehr nachweisen kann. Zugleich hat sich die Spitze ausgebildet, die in die Öffnung der Scheide des III. Blattes eindringt und deren vollkommenen Verschluss verhindert. Ähnlich ist der Vorgang bei anderen Arten der Gattung, nur dass der Vegetationskegel des Blüthenstandes bei den reich beblätterten Arten mehr die ursprüngliche ellipsoide Form beibehält.

Innerhalb der Scheide sieht man nun auf dem Scheitel einen Höcker auftreten, dem sehr rasch 2 seitliche zur Spatha transversal gestellte folgen (Taf. IV, Fig. 25). Hierauf bemerkte ich, dass mehrere neue hintere den Mantel des Vegetationskegels bedeckten, während vorn nur 2 weitere Höcker erschienen. Diese Körper stehen vorläufig mit einander nicht im Contakte. Die Ursache, dass auf der von der Insertionsmitte der Spatha abgewendeten Seite eine grössere Anzahl von Primordien sich ausbildet als auf der vorderen, liegt darin, dass dort eine grössere Fläche zur Verfügung steht, denn ich habe schon oben bemerkt, dass die Insertionscurve des Blattes von dem Orte der ersten Anlage desselben nicht horizontal verläuft, sondern sich nach der Öffnung der Scheide hin senkt.

Nachdem diese Primordien erschienen sind, bilden sich ganz nach dem zwischen ihnen und dem Scheidengrunde vorhandenen Raume rings um den Vegetationskegel herum neue Primordien in dem Masse aus, als der Vegetationskegel wächst. Da die Sprossspitze durch die Anlage von Blüthen vollkommen in Anspruch genommen worden ist, so findet hier kein ferneres Wachsthum statt. Die Zone der Neubildung liegt vielmehr in Gürtelform dicht oberhalb der Scheidenbasis, so dass also die Erhebung des Scheitels durch ein intercalares Wachsthum bedingt wird. Die Orte, wo sich neue Primordien einschalten, befinden sich zwischen den bereits vorhandenen Primordien; die zuletzt entstehenden passen sich genau in den zur Verfügung stehenden Raum ein (Taf. IV, Fig. 25—27). Ehe nun zur weiteren Ausgliederung von Blüthenphyllomen geschritten wird, erhält jedes Primordium eine abgerundet 3-seitige Form (Taf. IV, Fig. 27 *pr*), an deren Ecken dann 3 flache Kugelkalotten auftreten (*fl*[1] u. *fl*[2]). Eine bestimmt eingehaltene Spiralordnung ist nicht festzusetzen, nur bemerkt man meist, dass die von dem Scheidengrunde abgewendete Ecke oder das Eckenpaar die Kalotten früher zeigt, als die nach unten zu gerichteten. Nach ihnen erscheinen in den Lücken zwischen ihnen drei neue ähnliche Körper, so dass man jetzt an den sehr flachen, von der Scheide und der Axe plattgedrückten Blüthenprimordien 6 Hügel erkennt (Taf. IV, Fig. 27 *fl*[2]).*) Diese werden hierauf am Grunde nach aussen zu von schmalen Säumen umrändert, und jetzt bietet die Blüthenanlage von demjenigen Anblicke, den die meisten Blüthen der Monocotylen zeigen, keine Abweichung, trotzdem die Entstehung so erheblich von der der Überzahl verschieden ist (Taf. IV, Fig. 26 u. 27).

*) Die dargestellte Figur ist nur mit 5 Kalotten versehen, ich habe sie desswegen gewählt, weil sie einen nicht zu seltenen abnormen Fall zur Anschauung bringen soll.

Was nun die Stellung der Blüthen anbetrifft, so geht schon daraus, dass sich die Primordien in der Gestalt ganz nach dem vorhandenen Raume formieren, hervor, dass die Lage des ersten Dreiecks zur Scheidenbasis nicht constant ist. Ein Tragblatt wird überhaupt nicht entwickelt, da dasselbe also nicht durch seinen Contakt bestimmend auf die Orientierung der Blüthenanlagen wirken kann, so wird die Variabilität der Stellung doppelt erklärt. Ich kann aus diesen Gründen auch nicht der Annahme zustimmen, dass ein derartiges Blatt für eine Blüthe hinzuconstruiert werden muss, denn wo sollte es hingestellt werden? Tritt es parallel zum Scheidenrande, so würde in der Taf. IV, Fig. 27 einmal die Mediane zwischen den 2 hinteren Staubgefässen durchschneiden, bei der anderen Blüthe würde sie aber nahe an dem einzelnen hinteren Staubgefässe vorbeigehen. Nun sind aber alle denkbaren Stellungen möglich, und viele von ihnen habe ich beobachtet: die Ergänzung eines Tragblattes wird also eine ganz illusorische oder willkürliche Vornahme sein.

In der ersten Anlage ist das Blüthenprimordium eine flache und dünne dreiseitige Scheibe, sie verdickt sich zuerst, indem der Druck des Tragblattes auf den unteren Theil stärker wirkt, als auf den oberen, an dem nach der Spitze der Inflorescenz zu gewendeten Rande. Nachher hebt sich auch die auf die Blattinsertion zu gelegene Seite; die Blüthe richtet sich auf diese Weise gewissermassen auf und das Blüthencentrum, das zuerst nach dem Tragblatte blickte, erhält seine Lage zenithwärts.

Durch den zur Verfügung stehenden Raum wird bedingt, dass nicht immer das eigenthümliche Dreieck entstehen kann, an dessen Ecken sich die Staubgefässe zuerst zeigen, und so wird es erklärlich, dass 4- und 5-gliedrige (Taf. IV, Fig. 27 *fl*²) Blüthen bei Allium schoenoprasum nicht zu den ungewöhnlichen Erscheinungen gehören. Wie sie sich bei ihrer Ausbildung im Detail verhalten, habe ich nicht nachzuweisen vermocht, dass jene aber von der Form des Blüthenprimords abhängig sein muss, ist mir kaum zweifelhaft.

Bei A. hymenorrhizum habe ich trotz der flacheren Form des Inflorescenz-Vegetationskegels in der eigentlichen Anlage der Blüthen keine Abweichung von der Entwickelung der vorigen Art gefunden. Dem stärkeren Drucke, welchen ich wegen der mehr zusammengedrückten Gestalt vermuthe, entsprechend sind nur die Primordien längere Zeit flacher als bei A. schoenoprasum, und heben sich erst später an der Unterseite. Dort, wo die Mediane der Scheide liegt, bleiben die Blüthen immer etwas in der Entwicklung gegen die auf der andern Seite, wo die Spatha die Inflorescenz lockerer umfasst, zurück; desshalb blüht die Inflorescenz auch hier später auf. Ich habe

ferner an einzelnen Blüthen beobachtet, dass die Perigonblätter des ersten Staubgefässcyklusses vor der Anlage des inneren Staminalkreises erscheinen.

Allium rotundum L. zeigt im Ganzen dieselben Verhältnisse wie A. schoenoprasum, nur kommen die untersten und letzten Blüthenprimordien, welche sich aus dem Scheidengrunde erheben, nicht mehr zur Entwicklung, wenigstens auf derjenigen Seite, wo die Insertionscurve der Spatha höher liegt. Sie treten als äussert flache, mit einander seitlich verschmolzene Körperchen auf, welche eine kurze hyaline Membran um die Inflorescenz bilden, deren oberer Rand unregelmässig gekerbt ist.

Allium paradoxum Don verhält sich in der ersten Anlage der Inflorescenz wie A. schoenoprasum, bringt aber viel weniger Primordien hervor. Viele derselben erzeugen indess keine Blüthen, sondern bilden umfassende Blätter, die zu Zwiebelscheiden werden; Anlagen von Blüthenphyllomen können an diesen Brutzwiebelchen nicht nachgewiesen werden.

Bezüglich der weiteren Entwicklung des Blüthenstandes der ebracteaten Arten machte ich folgende Beobachtungen. Es giebt zwei Formen derselben: bei gewissen Arten wie A. moly L., A. nigrum L. etc. strecken sich die Stiele der äusseren Blüthen früher als die inneren und blühen auch eher auf. Hierdurch gewinnt die Inflorescenz ein doldenartiges Aussehen. Die zweiblättrige Spatha, die für manche Arten typisch ist, bildet sich durch Zerreissung in den beiden Längsfalten auf den Flanken des einfachen Hüllblattes.

Bleiben dagegen die randlichen Blüthen längere Zeit kurzstielig und strecken sich zunächst die gipfelständigen, so erhält der Blüthenstand die Form eines Köpfchens, wie bei A. cepa L., A. obliquum L., A. schoenoprasum und A. hymenorrhizum etc. Mag die Form sein, welche sie immer wolle, man wird bei genauer Berücksichtigung der Stellungsverhältnisse an den Knospen weder in auf- noch in absteigender Reihe eine Schraubel construieren können. Bei den sehr reichblüthigen Inflorescenzen ordnen sich die Blüthen zu manchmal sehr regelmässigen Contaktzeilen an, eine Erscheinung, die natürlich mit irgend welcher genetischen Spirale nichts gemein hat, die aber vielleicht zu der Schraubelhypothese Veranlassung gegeben hat. Wenn der Umfang des betreffenden Sprosses zunimmt, spalten sich diese Zeilen, wenn er sich verjüngt, fällt eine oder die andere aus.

Ganz abweichende Erscheinungen begegnen uns bei denjenigen Inflorescenzen, in denen Blattorgane auftreten. Ich habe von den Arten, die mit solchen Blüthenständen versehen sind, Allium odorum L.

untersucht. Die Zahl der Arten ist, wie man aus REGEL's*) Monographie ersieht, durchaus nicht unerheblich. Betrachtet man sich die Inflorescenz der erwähnten Pflanze, so sieht man auf dem Scheitel der Dolde eine Anzahl freier, nicht von einem Blatte geschützter, central gestellter Blüthen. Zunächst der Scheide findet man dann einen äusseren Kranz ebenfalls ebracteater Blüthen, die sich zuerst entfalten, ganz wie ich soeben von den doldenartigen Inflorescenzen hervorgehoben habe. Zwischen diesen beiden Blüthenarrangements liegen 3—4 Pakete von Blüthen, die von je einem hyalinen Blatt eingewickelt werden. Löst man die Hülle ab, so entdeckt man in den Paketen, je nach der Zeit, die seit dem Beginne des Aufblühens der Dolde verstrichen ist, eine mehr oder minder grosse Zahl von Blüthen. Sie sind alle zu der Hülle in gleicher Weise orientiert, und zwar so, dass die paarigen Organe des äusseren Cyklusses auf dieselbe zugekehrt, das unpaare aber von ihr abgewendet ist (Taf. V, Fig. 1). Die einzelnen Blüthen nehmen allmälig an Grösse und Entwicklung ab und reihen sich in spiraler Ordnung an einander an. Verfolgt man das umhüllende Blatt genau in seinem Verlaufe, so sieht man, dass es am Ende des Blüthenstandes, dem jüngsten Körper dieses Systemes, angeheftet ist (Taf. V, Fig. 1 bei *H.*), und dass es von hier aus wie ein gespanntes Band die Blüthen und Primordien auf der Vorderseite fest umzingelt.

Die Ausbildung der Blüthen geschieht nun folgendermassen. In dem Vegetationskegel von ungefähr ellipsoider Gestalt entsteht senkrecht zur langen Axe eine Furche. Hierdurch wird ein Blüthenprimordium und ein neuer Vegetationskegel (fl^3 und v) abgesondert. Der letztere wächst wieder zu seiner doppelten Grösse heran, wobei er sich in der Richtung parallel mit der Furche streckt, um dann wieder durch eine neue Segmentierung senkrecht zur letzten Wachsthumsaxe in zwei Portionen zerlegt zu werden. Dieser Process kann sich Monate lang fortsetzen. Ich untersuchte die hier besprochene Pflanze Ende Mai und fand noch im Oktober einzelne Blüthen der Pakete in voller Anthese und andere in junger Anlage. Durch den Contakt mit den Nachbarblüthen werden sämmtliche Primordien zunächst dreiseitig, wobei die vordere Begrenzungsfläche der räumlichen Curve des Hüllblattes entsprechend gekrümmt ist (Taf. IV, Fig. 1, fl^3 und fl^2). Die drei vorhandenen Ecken sind die Entstehungsorte für die ersten Blüthenphyllome. Ehe dieselben sich aber zeigen, erfährt der dreiseitige Körper noch einige Veränderungen. Fassen wir die junge Blüthenanlage ins Auge, die ich mit fl^2 bezeichnet habe, so ist einleuchtend, dass die Verdickung der schon ziemlich weit entwickelten

*) REGEL, Alliorum adhuc cognitorum monographia. Petersburg 1875.

Blüthe *fl'* das Hüllblatt nach aussen schieben muss. Demgemäss würde zwischen der Blüthe fl^1, dem Hüllblatte und dem Primordium fl^2 eine Lücke entstehen, wenn nicht fl^2 seine vordere Ecke *E* in den Raum einpresste. Dies ist demgemäss die Stelle geringsten Druckes und hier entsteht immer als das erste Glied der Blüthenphyllome (Taf. IV, Fig. 1 bei *E*) ein sehr schmaler Randsaum*), die Anlage eines Perigonblattes. In ähnlicher Weise schiebt sich nachher die zweite vordere Ecke *E'* vor das Primordium fl^3 und erzeugt hier später einen ganz gleichen Körper. In Taf. IV, Fig. 2 habe ich ebenfalls ein Primordium mit diesen beiden ersten Phyllomen abgezeichnet. Wenn wir dieses mit dem entsprechenden fl^2 der vorigen Figur vergleichen, so scheint in Fig. 2 die Lage der beiden Blätter meinen Angaben zu widersprechen. Es müsste nämlich *E'* auf der rechten, *E* auf der linken Seite liegen.

Der Widerspruch löst sich aber dadurch, dass die Schraubenlinie der Blüthen in Taf. V, Fig. 1 linkswendig (gegen den Gang des Uhrzeigers) ist, während das Primordium in Fig. 2 einem rechtswendigen Blüthenstande entnommen ist. Von dem dritten Blatte, das später an der nach hinten gekehrten Ecke von fl^2 auftritt, ist in Fig. 2 erst eine schwache Andeutung zu bemerken. Mit der Anlage von *E'* erscheint vor *E* das erste Staubgefäss, dem dann ein solches vor *E'* und endlich ein drittes an der letzten Ecke folgen.

Die drei inneren Perigonblätter, welche dann ausgegliedert werden, treten nicht simultan auf. Das erste von ihnen nimmt den Raum, welchen die zwei Primärblätter zwischen sich lassen, ein, die rückwärtigen werden erst in zweiter Reihe bemerkt. In gleichen Abständen der Zeit nach stellen sich vor ihnen gelagert die entsprechenden Glieder des inneren Staminalkreises ein. Die bezüglichen Paare von Blättern und Androecealkalotten sind grösser als die Paare des ersten Cyklusses, eine Erscheinung, die durch den Umstand erklärt wird, dass die zur Verfügung stehenden Räume zwischen den letzteren die Einschaltung grösserer Organe gestatten, als sie selbst sind (vergl. Taf. V, Fig. 2).

Ich will nun noch die Ursachen untersuchen, welche bewirken, dass der Vegetationskegel jedes Blüthenpaketes, wenn er sich streckt, um die ellipsoide Form zu gewinnen, gerade die beobachtete Richtung des Wachsthums einschlägt, sodass die Schraubelanordnung der Blüthen zu Stande kommt. Zu diesem Zwecke weise ich wiederum auf Taf. V, Fig. 1 hin. Die Dehnung erfolgt, nachdem die Blüthe fl^2 ihre äusseren Kelchblätter und Staubgefässe angelegt hat, wenn also der

*) Bei *E* hätte der Hautsaum stärker markiert werden müssen.

nach innen gekehrte Rand keine Neubildungen weiter ausgliedert. Sobald sich die Blüthen sämmtlich gleichmässig vergrössern, muss auch der Raum, auf dem sie inseriert sind, sich dehnen. Dann würde aber, wenn sich nicht irgend ein Körper hineinschöbe, zwischen fl^1, fl^2 und v eine Lücke entstehen. Nur zwei Körper sind in der Lage diese auszufüllen, nämlich fl^2 und v, die Blüthe fl^3 kann sich daran nicht betheiligen, weil die hintere Spitze, von dem Vegetationskegel der fl^2 berührt, an der Ausdehnung verhindert wird. fl^2 hat aber nicht mehr die Fähigkeit, wie eine halbplastische Masse sich in die Lücken einzudrängen, denn nach der Anlage des hinteren Perigonblattes und des vor ihm befindlichen Staubgefässes hat die Beweglichkeit desselben aufgehört. Es bleibt also nur v übrig, das diese Lücke in dem Augenblicke, wo sie sich bilden könnte, ausfüllt.

Die eben geschilderten Vorgänge verdienen in mehr als einer Hinsicht ein erhebliches Interesse.

Was zunächst die Form des Blüthenstandes anbetrifft, so muss sie für eine Schraubel angesehen werden und zwar aus doppelten Gründen: einmal entstehen die Neubildungen stets auf der gleichen Seite der relativen Hauptaxe und zweitens ist die Anlage der Blüthen dergestalt, dass sie alle gleichwendig sein müssen. Die Bedingungen nämlich, welche ich für die Entstehungsfolge der Perigonblätter einer Blüthe ermittelt habe, gelten für alle. Sehr eigenthümlich und einzig in ihrer Art ist die Form der Bracteen. Sie sind nicht nach der gewöhnlichen Natur dieser Organe gesonderte Phyllome dergestalt, dass immer das Vorblatt einer Blüthe zum Tragblatte derjenigen der nächst höheren Ordnung wird, sondern stellen ein einheitliches Blatt dar, das an der jüngsten Anlage angeheftet ist. Der ganze Modus der Blüthenanlage erinnert sehr lebhaft an die Vorgänge, welche bei dem echten Borragoid auftreten, wenn man von den Besonderheiten absieht, die der Schraubel zukommen. Die elliptische Transformation des Vegetationskegels, die senkrecht zur langen Axe auftretende Furchung, die ein Blüthenprimordium und einen conjugierten Vegetationskegel erzeugt, kommen beiden Formen zu.

Die Entstehungsfolge der Perigonblätter betreffend, entspricht dieselbe durchaus nicht den von Eichler theoretisch entwickelten Anschlussformen. Er meinte, dass das erste Perigonblatt dem Vorblatte diametral gegenüber liegen müsste. Bei Allium odorum befindet es sich seitlich vorn. Wollte man es an die verlangte Stelle placieren, so wäre eine Verschiebung nothwendig. Die dreieckige Form des Primordiums lässt aber überhaupt kaum zu, dass an die gewöhnliche Spiraltheorie gedacht werden darf, da dieselbe doch einen cylindrischen oder kegelförmigen Anlagekörper voraussetzt.

Von Interesse ist ferner, dass uns bei Allium odorum eine dritte Form der Blüthenentwicklung in derselben Gattung begegnet. Die meisten Blüthen von A. schoenoprasum bringen zuerst die 2 Cyklen von Staubgefässen hervor und gliedern dann die Perigonblätter unter ihnen aus. A. hymenorrhizum erzeugt wenigstens oft zuerst am Primordium einen Staminalcyklus und legt dann die 3 äusseren Perigonblätter an, ein Vorgang, den ich übrigens an den auf dem Scheitel der Inflorescenz stehenden Blüthen der vorigen Art auch beobachtet zu haben glaube. A. odorum wieder verhält sich insofern gleich einer normalen Monocotylenblüthe, dass wenigstens zuerst der äussere Perigonkreis entsteht, freilich ist die Folge eine andere als gewöhnlich bei jenen. Man sieht also, dass die Annahme einer genetischen Spirale in den Blüthen, falls dieselbe schlicht in dem Sinne des Wortes gefasst wird, zu einer illusorischen Vorstellung wird. Die Verbindungscurve der Cyklenglieder in ihrer genetischen Folge ist weit davon entfernt, jene spirale Linie darzustellen, welche die Morphologen bisher in den Monocotylenblüthen annahmen, selbst wenn man den Umstand vernachlässigt, dass sie einen Körper von der Form eines dreiseitigen Prismas umläuft. Bei Allium schoenoprasum wird sie eine Schleife bilden, bei welcher die unteren Äste mehrfach durchschnitten worden. Nun kann man freilich durch die Annahme von Verspätungen resp. von Verfrühungen gewisser Anlagen diese unliebsamen Thatsachen, welche mit einer theoretisch formulierten Forderung im Widerspruche stehen, beseitigen, aber man muss nicht vergessen, dass man damit den Begriff der genetischen Folge vollkommen auflöst.

Von mechanischen Gesichtspunkten aus können wir keine Erklärung dafür geben, warum in dem einen Falle die Staubgefässe, in dem anderen die Perigonblätter früher auftreten. Wir müssen die Thatsachen einfach constatieren und von ihnen Kenntniss nehmen. So viel aber können wir durch die Untersuchungen der Contakterscheinungen festsetzen, dass die ersten Organe, seien sie irgend welcher Natur, an besonders mechanisch günstige Orte in ihrem Auftreten gebunden sind. Da dieselben für die Anlagen der folgenden bestimmend wirken, so ist damit die Orientierung der Blüthe gegeben. Ist ein stützendes Blatt vorhanden, welches auf die Stellung Einfluss ausübt, so wird dieselbe constant sein, wie bei A. odorum; fehlt es, so ist sie inconstant, wie bei A. schoenoprasum und anderen Arten.

1. Die weitere Entwicklung der Monocotylen-Blüthe.

Mit der Darstellung über die Entwicklung der Inflorescenzen und der Blüthen von Allium habe ich den Kreis meiner eigenen Unter-

suchungen erschöpft. Zu meinem Bedauern war ich theils aus Mangel an Zeit, theils weil das Material nicht zu beschaffen war, gezwungen, eine Reihe von interessanten Familien übergehen zu müssen. Andere Gruppen konnte ich nur flüchtiger prüfen, da mir keine frischen Pflanzen zur Verfügung standen und ich mich auf die Verwendung von Spiritusmaterial beschränken musste. Wenn man auch Mangels frischer Objekte von letzterem Gebrauch machen kann, so ist es doch rathsam, es nur zur Bestätigung von anderweitig gemachten Beobachtungen zu benützen, denn meine Erfahrungen haben mich belehrt, dass seichte Furchungen an Vegetationskegeln, die so oft von grosser Bedeutung sind, durch die Conservierungsmethode weniger klar hervortreten, als an frischen Pflanzenkörpern; auch stellt die schnelle Austrocknung einer längeren Beobachtung desselben Objectes erhebliche Schwierigkeiten entgegen.

Bei einer ganzen Reihe von Familien werden wir keine Abweichungen von den Verhältnissen finden, die ich bereits zu schildern versucht habe. Die Palmen, Restiaceen, Dioscoreaceen, wahrscheinlich auch die in den Achseln der Tragblätter nur Einzelblüthen hervorbringenden Bromeliaceen werden sich genau, wie die verwandten von mir besprochenen Familien verhalten. Falls sich die Schraubeln ausbilden, haben wir keinen Grund vorauszusetzen, dass andere Erscheinungen sich einstellen werden, wie bei Hemerocallis; sind echte Borragoide entwickelt, so werden sie die gleichen Thatsachen zeigen, wie Tradescantia, Strelitzia etc.

Interessanter wäre es gewesen, Aufschlüsse über einige andere Familien zu erhalten. Zu diesen gehören namentlich die Eriocaulaceen, für welche bis heute eine durchaus unerklärliche Perigonstellung, nämlich $\frac{1}{2}$ angegeben wird. Ob dieselbe durch eine wicklige Inflorescenz bedingt wird, oder ob sie in anderen Ursachen begründet liegt, wäre eine für die Prüfung wichtige Aufgabe. Die Najadaceen standen mir ebenfalls nicht in der wünschenswerthen Form zu Gebote, mit Ausnahme von Potamogeton, an dem ich nur die schönen Beobachtungen von Hegelmaier constatieren konnte. Die hier zu beobachtende Art der Ausgliederung der Perigonblätter aus den Staubgefässen ist nach den von mir mitgetheilten Erfahrungen bei den Iridaceen, gewissen Allium-Arten etc. keine räthselhafte Erscheinung. Die Differenz bezüglich der Auffassungen, ob sie als wirkliche Perigonblätter oder als blattartige Anhänge der Staubgefässe anzusehen sind, verliert durch meine Beobachtung an Bedeutung. Wenn die Iridaceen ein Perigon besitzen, so hat es auch Potamogeton; wer die Blätter bei der letzten Gattung für dorsale Wucherungen

erklärt, muss auch die der Iridaceen in gleicher Weise beurtheilen.

Es dürfte vielleicht nicht ohne Belang sein, der weiteren Entwicklung der Monocotylenblüthe einige Aufmerksamkeit zu widmen, da trotz der ziemlich weitgehenden Übereinstimmung im Baue doch noch gewisse bemerkenswerthe Details vorkommen. Was zunächst die Entstehung der Staubgefässe anbetrifft, so habe ich schon Gelegenheit genommen, darauf hinzuweisen, dass in der Anlagefolge durchaus nicht immer die von der formalen Morphologie geforderten Verhältnisse gelten. Eine Abweichung ist bereits von PAYER für Tradescantia nachgewiesen worden; sie kommt aber höchst wahrscheinlich nicht blos dieser Gattung, sondern allen denjenigen aus der Familie der Commelynaceen zu, welche durch 6 fertile Staubgefässe charakterisiert sind. Hier erscheinen zuerst am Blüthenprimordium, wie ich oben*) gezeigt habe, die äusseren Perigonblätter, wobei das eine grösser und schärfer gesondert nach hinten schief zu stehen kommt, die beiden anderen sind nur durch eine seichte Kerbe von einander getrennt und mehr nach vorn zu gewendet, dann treten zwischen ihnen die kleineren Anlagen des inneren Perigonkreises auf.**) Da die Glieder des äusseren Cyklusses den Blüthenkörper weit übergreifen und ihm dicht angepresst sind, so ist für die nun erscheinenden Staubgefässe der Platz zwischen je 2 derselben vor den kleineren inneren Perigonblättern der beste. Hier werden sie denn auch als sehr ansehnliche kreisförmig umschriebene Höcker angelegt (Taf. IV, Fig. 12). Die später auftretenden Staubgefässe müssen mit einem engeren Raume vorlieb nehmen und kommen erst als Hügel von geringerem Durchmesser zum Vorscheine, wenn die äusseren Perigonblätter bereits viel grösser geworden sind und sich leicht vom Blüthenkörper entfernen lassen. Es dürfte nur wenige Beispiele geben, an denen sich die Wirkungen der Contaktverhältnisse klarer sichtbar machen lassen, als bei Tradescantia Virginica L. Wenn dagegen einige Morphologen die Erscheinung der äusseren Staubgefässe nach den inneren gegen die Regel der Alternanz und acropetalen Folge durch eine Verspätung der Anlage erklären, so umschreiben sie nur die sich vollziehende Erscheinung, eine wirkliche Begründung wird nicht gegeben. Nun hat MASTERS bei Cochliostema gezeigt, dass die Blüthenanlage absteigend ist, dass also die auf Perigonblatt 1 zuliegenden 3 Staub-

*) pag. 136.

**) Die Behauptung, welche Géléznoff (Bull. soc. nat. Moscou 1843 n. 1) ausgesprochen hat, dass Tradescantia die Staubgefässe in der gewöhnlichen Weise erzeugte, beruht auf einem Irrthume.

gefässe später auftreten, als die drei vorderen. EICHLER*) meinte, diese Besonderheit könne dadurch erklärt werden, dass die ersterwähnten Organe rudimentärer Natur seien, denn »rudimentäre Organe zeigen sich meist schon in der Anlage hinter den vollkommenen im Rückstande«. Er schloss dann weiter: »da die Stellungsverhältnisse und die Analogie der Verwandten die Annahme wirklich intercalierter Blätter verbieten, so können wir uns vorstellen, dass der äussere Staminalkreis vielleicht in Folge von Vererbung von Arten ersteren Verhaltens in der Anlage sich verspäte«.

Eine solche Annahme erscheint mir aus doppeltem Grunde nicht statthaft: Erstens nämlich stimmen die 3 rudimentären Staubgefässe von Cochliostema der Lage nach nicht mit den 3 äusseren Staubgefässen von Tradescantia überein, denn der staminodiale Drilling wird aus einem äusseren und zwei inneren Staubgefässen zusammengesetzt, und zweitens hat der Satz, dass rudimentäre Organe bereits in der Anlage verspätet auftreten, keine allgemeine Gültigkeit. Ich habe vielmehr für Melandryum album und Serpicula nachgewiesen, dass die Staubgefässe zwar in der weiblichen Blüthe ganz der gewöhnlichen Folge entsprechend entstehen, dass sie aber später wahrscheinlich durch den Druck des ausserordentlich kräftig sich entwickelnden Fruchtknotens verkümmern; das gleiche habe ich auch oben für Zea mais beschrieben.

Leider stand mir Cochliostema für die Nachuntersuchung nicht in den geeigneten Stadien zu Gebote, die aber schon oben erwähnte Commelynee Aneilema Forskalii Kth. scheint sich im Allgemeinen jener Pflanze ähnlich zu verhalten. Da sie manche interessante Abweichungen von Tradescantia bietet, so will ich hier die bereits oben begonnene Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Blüthe weiter fortführen und vollenden.

Ich habe mitgetheilt, dass das erste Kelchblatt gegenüber dem Vorblatte in der Stellung eines zweiten Blattes an einem quergestreckten ellipsoiden Vegetationskegel auftritt (Taf. IV, Fig. 13 u. 14 s^1). Durch eine Furchung wird dann ein auf das neue Vorblatt zugelegenes Stück, ein conjugierter Vegetationskegel und ein zweites Stück, das Blüthenprimordium, abgetrennt, das sich zu einem Hügel von kreisförmigem Umfange transformiert. Auf der Seite nach dem neuen Vegetationskegel hin erscheinen zwei Blätter (Taf. IV, Fig. 13 s^2 u. s^3) von gleicher Grösse und Gestalt. Das Perigon ist in seinem äusseren Cyklusse fertig. Das erste Blatt ist bei weitem das grösste und ist dem Primordium angepresst. Zunächst entstehen nun 2 grosse seitliche kalottenförmige

*) EICHLER Blüthendiagramme I. 142.

Körper zwischen den paarigen Blättern und dem unpaaren. Kurze Zeit darauf tritt in der Lücke zwischen den paarigen Blättern ein kleines Läppchen (*pi*) auf, und unmittelbar nachher vor diesem wieder ein ellipsoider Körper (Taf. IV, Fig. 15 *st*[3]). Während dieser Zeit ist an dem vor dem grösseren unpaaren Blatte liegenden Theile der Blüthe kein neuer Körper entstanden, alle bis jetzt vorhandenen liegen vielmehr an dem freien, unbedeckten, deutlich zu übersehenden Scheitel. Jetzt wird der Blüthenboden allmälig von dem grossen Blatte locker übergriffen, mit seinem Wachsthume treten an dem ihm zugekehrten Stücke der Blüthe weitere Neubildungen auf, man bemerkt nämlich 2 kleine symmetrisch zu seiner Mediane gestellte Läppchen (Taf. IV, Fig. 15, *pi*[1] und *pi*[1]), gleich dem zwischen den paarigen Blättern, und dann über diesen zwei winzige Höckerchen *std*.

Ehe sich dieselben aber zeigen, geht an der Blüthe noch eine andere Veränderung vor sich. Der Raum, welcher von den beiden Kalotten und dem ellipsoiden Organe, die zuerst aufgetreten sind, eingeschlossen wird, ist ein gleichschenkliges Dreiseit, dessen Spitze nach der Mediane des unpaaren Blattes gekehrt ist (Taf. IV, Fig. 15). Es erhebt sich, und an seinem Scheitel werden drei Vertiefungen sichtbar, die in den 3 Ecken des jetzt ein Prisma darstellenden Gebildes sich befinden: wir haben den aus 3 Karpiden gebildeten Fruchtknoten vor uns. Bevor derselbe erschienen ist, liegt das unpaare Blatt dicht an den Blüthenboden gepresst, und dieses ist hier ohne Neubildungen. Sobald der Fruchtknoten sich aber erhebt, wird auch das Blatt in die Höhe gebracht, und nun würden zwischen der scharfen Kante des Prismas und den seitlichen Körpern freie Räume entstehen, wenn sie nicht durch die Neubildungen *pi*[1] ausgefüllt würden.

Wir wollen nun untersuchen, was für Organe die bis jetzt erschienenen Gebilde sind (Taf. IV, Fig. 15 u. 16). Ihre Form ist bereits so weit entwickelt, dass über ihre Natur kein Zweifel bestehen kann. Die nach dem äusseren Perigoncyklusse auftretenden 2 seitlichen Körper sind 2 Staubgefässe, ihnen folgt zunächst ein Glied des inneren Perigonkreises, dann ein drittes vor diesem stehendes Staubgefäss. Nach dem Fruchtknoten entwickeln sich vor dem unpaaren Blatte noch zwei weitere Perigonblätter des inneren Cyklusses *pi*[1] und vor ihnen zwei kleine Staubgefässhöcker *std*. Wo ist nun aber das dritte Glied des äusseren Staminalkreises? Man wird es lange vergeblich suchen. Wegen der engen Berührung der Fruchtknotenkante mit dem unpaaren Blatte ist vorläufig kein Raum frei, erst wenn sich der Fruchtknoten abrundet und fast kugelförmig erscheint, wird unter ihm ein Plätzchen vorbereitet, auf dem es als ein minutiöses Läppchen, das bis jetzt übersehen worden ist, entsteht (Taf. IV, Fig. 16 *sta*).

An der entwickelten Blüthe kann man es bei einiger Aufmerksamkeit in der Form eines kleinen Diskusschüppchens am Fusse des Fruchtknotens wahrnehmen.

Wie ich aus der fertigen Blüthe gesehen habe, dürfte der Vorgang in der Entwicklung von Cochliostema ganz ähnlich verlaufen, nur dass das vor der Mediane des äusseren unpaaren Blattes stehende Organ sich in erheblicherem Masse ausbildet.

Dieser Modus der Blüthenentwicklung hat mit den bis jetzt behandelten Formen nichts gemein, er spricht gegen jede bisher angenommene Norm, weder die Alternanz, noch die acropetale Folge werden inne gehalten, sondern mehrfach gekreuzt. Organe, die sich später vollkommen und ziemlich umfangreich entwickeln, wie die beiden paarigen inneren Perigonblätter, werden in ihrer Anlage verzögert, und dort, wo sie auftreten sollten, erscheinen 2 Staubgefässe. An einem solchen Beispiele dürften alle Versuche, die Blüthe genetisch auf das Schema der pentacyklischen Monocotylenblüthe zurückzuführen, scheitern oder wenigstens eine Complication annehmen, die von einer Erklärung weit entfernt ist.

Verfolgen wir dagegen die Contaktverhältnisse, die Lösung früher bestehender und die Erzeugung neuer, so erhalten wir wirklich einen Einblick in die ursächlichen Bedingungen, welche die Entstehung der Blüthe erklären.

Eine andere Störung in der sogenannten normalen Anlagefolge der Organe begegnete mir zuweilen an den vielblüthigen Inflorescenzen von Colchicum autumnale. Die Blüthen desselben werden so angelegt, dass der äussere Perigoncyklus zuerst mit zwei hinteren Blättern normal zum Tragblatte erscheint, dem ein vorderes folgt, die nächsten Cyklen entstehen in ihren Gliedern meist simultan, also der innere Perigonkreis, der äussere und endlich der innere Staubgefässkreis, worauf sich die 3 Karpiden vor die äusseren Staubgefässe stellen. An der ersten Blüthe konnte ich zuweilen zu der Zeit, wo die oberen äusseren Staubgefässe auftraten, von den unteren inneren Perigonblättern noch keine Spur nachweisen, so dass also eine Begünstigung in der Entwicklung der dorsalen Blüthenhälfte sich offenbarte. Diese findet auch noch später nicht selten einen lebhaften Ausdruck in der erheblich geförderten Entwicklung der betreffenden Organe. Die Verzögerung auf der Vorderseite hängt zweifellos mit dem grösseren Drucke zusammen, den das Tragblatt gegen die Basis der Blüthe ausübt.

Bei Triglochin maritimum ist das Auftreten des ersten Staubgefässkreises zeitlich vor den inneren Perigonblättern die bei weitem häufigste Erscheinung (Taf. V, Fig. 5), wenn ich auch neuerdings gefunden habe, dass die unteren Blüthen der Ähre hierin zuweilen

eine Ausnahme machen. Aber selbst in dem letzteren Falle sind die inneren Perigonabschnitte mit den vor ihnen stehenden Staubgefässen höher am Vegetationskegel inseriert, als die äusseren Staubgefässe, welche in die kappenförmigen Perigonblätter hineinwachsen. Nur auf diese Weise kann sich jene eigenthümliche Dehnung der Axe zwischen den unteren Staubgefässen und dem oberen Perigoncyklus entwickeln, auf die ich früher schon aufmerksam gemacht habe.

Eine ganz eigenthümliche Form der Staubgefässanlage hat zuerst Thury*) für Hemerocallis fulva behauptet. Er gab an, dass der innere Staminalwirtel als Anhängsel der inneren Perigonblätter entstünde. Eichler**) hat, obschon er die Angabe kaum geprüft hat, sie doch als »eine wenig glaubliche Sache« zurückgewiesen. Ich habe der Entstehung der Staubgefässe durchgehends eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und auch Hemerocallis flava und fulva darauf hin genau untersucht. Nach meinen Beobachtungen kann ich die Thury'schen Angaben nicht bestätigen. Es ist bei der zweiten Art recht schwer, das Innere der Blüthe zu der Zeit, wo die Staubgefässe auftreten, frei zu legen, ohne dass der Körper zu sehr verletzt wird; leichter geht es für H. flava an, und bei dieser habe ich mich bestimmt überzeugt, dass die inneren Staubgefässe am Grunde der freilich sehr kurzen kappenförmigen Perigonblätter erscheinen. Auch an H. fulva glaube ich dieselbe Wahrnehmung gemacht zu haben, ich empfehle aber die Sache einer erneuten Prüfung. Bei Leucojum vernum dagegen habe ich ganz deutlich gesehen, dass die Primordien der inneren Staubgefässe und die vor ihnen befindlichen Perigonblätter in dem Momente, wo sie zuerst von einander gesondert gesehen werden, nur durch eine sehr seichte Furche getrennt sind. Die beiden Körper sind von ganz gleicher Höhe, und die fehlende Grössendifferenz bringt die enge Verbindung zu Stande. Die äusseren Staubgefässe dagegen treten am Grunde der kappenförmig gestalteten äusseren Perigonblätter auf, wie dies gewöhnlich der Fall ist.

Wenn ich nun auch die Thury'sche Angabe nicht vollkommen bestätigen konnte, so liegt durchaus kein Grund vor, in sie Zweifel zu setzen. In meinen Objekten waren die inneren Perigonblätter so gross, dass die Staubgefässprimordien als wohl gesonderte Organe vor ihnen entsprangen. Es wäre aber wohl möglich, dass jene unter Umständen weniger entwickelt sind und dass man dann dieselben Bilder erhalten könnte, die Thury beschrieben hat.

*) Thury in Mémoire de la soc. phys. Genève XIV. 158.
**) Eichler Blüthendiagramme I. 155.

Die Mannigfaltigkeit in der Staubgefässanlage ist also verhältnissmässig sehr gross, sie wird durch folgende Zusammenstellung übersichtlich werden. Ich bezeichne in ihr mit P^a den äusseren Perigonkreis, mit P^i den inneren, mit St^a den äusseren, mit St^i den inneren Staminalcyklus:

1. P^a, P^i, St^a, St^i der sogenannte normale Monocotylentypus ist ziemlich verbreitet, z. B. Ornithogalum, Galthonia, Lilium, Asphodelus, Tofjeldia etc.
2. P^a, St^a, P^i, St^i Triglochintypus, auch bei Allium odorum.
3. P^a, P^i, St^i, St^a Tradescantiatypus.
4. St^a, P^a P^i Iridaceentypus.
5. St^a, St^i, P^a, P^i Typus von Allium schoenoprasum.

Dabei kommen, wie oben erwähnt, Varianten bei Triglochin und Allium schoenoprasum und Verwandten vor, welche bei der ersten Gattung zum Typus 1, bei der letzten zu Typus 4 hinneigen. Die ganze Sache wird noch complicierter dadurch, dass bei der Anlagefolge nicht immer genau die acropetale Folge eingehalten wird: nicht blos stehen bei dem Tradescantiatypus die äusseren Staubgefässe tiefer wie die inneren, sondern auch bei Colchicum sind die später auftretenden äusseren Staubgefässe unterhalb der inneren Perigonblätter inseriert. Dies Verhältniss gilt auch für Asphodelus luteus und scheint nicht minder bei Aphyllanthes statt zu haben. Die hierdurch entstehenden Bilder haben Čelakovský verführt, eine secundäre Verschiebung der äusseren Perigonblätter mit den vor ihnen befindlichen Staubgefässen zu vermuthen, die bestimmt nicht nachweisbar ist. Ich habe des ausführlicheren diese Angelegenheit in meinen Untersuchungen über die obdiplostemonen Blüthen behandelt.*)

Die Blüthen der Gräser dürften sich meiner Ansicht nach am ersten dem Iridaceentypus anreihen, nur dass die Ausbildung des äusseren Perigoncyklusses, vielleicht weil die Blüthen durch die Begleitblätter genügend geschützt oder weil sie Windblüthen sind, unterbleibt; die Lodiculae stellen dann die zu besonderen physiologischen Zwecken umgebildeten zwei Glieder des inneren Perigonkreises dar, während gewöhnlich das dritte nicht ausgebildet ist. Ich schliesse mich in dieser Hinsicht den Ansichten Čelakovský's an, ohne ihm aber auf das Feld seiner weiteren Speculationen zu folgen, nach denen er die gewöhnlich paarig erscheinenden Gebilde als Übergänge zwischen

*) K. Schumann in Pringsheim's Jahrbüchern 1889 p. 385.

einer distichen Blattstellung und einem 3gliedrigen Wirtel ansieht.*) Mit den Deduktionen ČELAKOVSKÝ's über die Natur der Grasblüthen ist man gezwungen, wie ich**) bereits in meiner Besprechung der PAX'schen Arbeit über die Cyperaceen geäussert habe, die HACKEL-sche Hypothese, dass die beiden Lodiculae zusammen als ein Blatt gefasst die Distichie der Begleitblätter fortsetzen, aufzugeben, und kehrt wieder zu der ältesten Auffassung zurück. Die von SCHENCK und WIGAND vertretenen Ansichten, dass die Lodiculae nebenblattähnliche Bildungen wären, denen EICHLER eine eingehende Besprechung gewidmet hat, sind glücklicher Weise durch die mustergültigen Arbeiten HACKEL's widerlegt, welcher die mannigfachen Irrthümer der genannten Forscher vollkommen befriedigend aufgeklärt hat.

Ich habe noch ein paar Worte über die Stellung der Karpiden bei den Monocotylen zu sagen. Im Grossen und Ganzen herrscht eine bemerkenswerthe Einförmigkeit, die allermeisten Formen stellen 3 Karpiden zufolge der Contaktverhältnisse vor die äusseren Perigonblätter. Die regelmässig höhere Insertion der inneren Staubgefässe gewährleistet diese Position in genügendem Masse. Bei den zwittrigen triandrischen Cyperaceen stehen dagegen die Karpiden nicht an denjenigen Stellen, wohin sie nach den Contaktbedingungen mit den Staubgefässen fallen müssten, sondern über den letzteren, sobald zwischen Androeceum und Gynoeceum Isomerie herrscht. Ich habe oben nachgewiesen, dass das Blüthencentrum zur Zeit der Karpidenanlage über die Staubgefässe gehoben ist und im Contakte mit der Axe steht: demgemäss sind die gleichen Bedingungen für die Ausgliederung gegeben, wie bei den Staubgefässen und die Lage der Karpiden muss dementsprechend gleichsinnig sein.

Die Forderung, dass die Cyperaceenblüthe ein normal hexameres Androeceum besitzen müsse und dass der Abort des inneren Cyklusses die Stellung der Karpiden bedinge, ist nicht begründet. Das Studium der Entwicklungsgeschichte zeigt, dass vielmehr eine andere Ursache diese Orientierung hervorbringt. Dass auch die getrennt geschlechtlichen Cyperaceen in dem Blüthenbau den mechanischen Bedingungen genügen, habe ich oben dargethan.

Was das Pistill der Gräser anbetrifft, so fallen die beiden Narbenäste, die man wohl für die Karpidenenden ansehen kann, transversal zum Tragblatte der Blüthe. Nach der Erfahrung, welche wir bei den Cyperaceen gemacht haben, ist es nicht von vornherein sicher, welche Stellung denselben zukommt; man kann nämlich ebenso wohl

*) ČELAKOVSKÝ in Sitzungsberichten der böhmischen Akademie 1889.

**) K. SCHUMANN im Botanischen Centralblatt. 1889. p. 859.

voraussetzen, dass sie den Contaktverhältnissen entsprechend in die Lücken zwischen die beiden normal gestellten Staubgefässe und das vordere gehören, als dass sie sich in Superposition mit den beiden hinteren Staminalgliedern befinden. Ein dritter Narbenstrahl würde im ersten Falle seinen Platz zwischen den dorsalen Staubgefässen finden, im zweiten aber vor dem vorderen unpaaren Androecealelemente.

Ganz zweifellos ist die Disposition der Narbenstrahlen in den diandrischen Blüthen von Anthoxanthum odoratum; ein Blick auf Taf. IV, Fig. 7 und 8 zeigt, dass die beiden Äste nicht allein zwischen die beiden Staubgefässe fallen, sondern dass auch eine andere Disposition vollkommen ausgeschlossen sein muss.

Wir kennen aber eine ziemlich grosse Zahl von Grasblüthen, welche normal durch drei Narben ausgezeichnet sind. Die bekannteste Pflanze, welche diese Eigenthümlichkeit aufweist, ist Brizopyrum siculum Lk., die heute mit dem Namen Demazeria sicula Jacq. belegt wird, ein Gras, das in den botanischen Gärten häufig cultiviert wird. Demazeria Capensis Nees hat den dritten Ast nur in der Form eines winzigen Spitzchens entwickelt. Auch die Gattungen Pharus und Leptaspis werden durch drei Narbenstrahlen charakterisiert; bei Leptaspis urceolata R. Br. ist es nicht schwierig, über die Disposition ins Reine zu kommen, weil die drei Äste durch ein schlauchförmig umfassendes Blatt in ihrer Lage erhalten werden. Pharus latifolia Linn. aber hat einen so langen gemeinschaftlichen Träger der Äste, dass die Bestimmung der Lage kaum thunlich erscheint.

Der dritte Narbenstrahl fällt in allen von mir beobachteten Fällen zwischen die beiden normal orientierten Staubgefässe. Die Ursache dafür, dass er so selten zur Ausbildung gelangt, liegt wahrscheinlich in denselben Verhältnissen, welche ein Hinderniss für die Ausbildung der dritten Lodicula, die nur bei Stipa und einigen wenigen anderen Gattungen gesehen wird, bilden. Meiner Beobachtung nach dürfte sie in der engen Berührung zwischen dem Pistille und dem dorsalen Contaktkörper der Blüthen gefunden werden: zwischen beiden ist ein Raum, auf dem die Gebilde Platz fänden, nicht vorhanden.

Die formale Morphologie, von dem Gedanken geleitet, dass in der Grasblüthe ein hexameres Androeceum typisch vorläge, dessen einer Kreis meistens unterdrückt sei, konnte sich mit dieser Lage des 3ten Griffels nicht befreunden. Desshalb musste dieses Vorkommen anderweitig interpretiert werden. Eichler *) meinte »der dritte hintere Griffel bei Brizopyrum (und damit die den Staubgefässen alternierende Narben-

*) Eichler Blüthendiagramme I. 126.

stellung) würde als Commissuralbildung betrachtet werden können, analog den bei verwachsenen Scheidenrändern der Blattmitte gegenüber vorkommenden grannenförmigen Fortsätzen, welche in der Keimregion bei Zizania aquatica, in der Laubregion bei Melica uniflora, in der Hochblattregion bei Glyceria spectabilis bekannt sind«. Daraus schloss EICHLER wieder »dass die Narben nicht wie bei den Cyperaceen die Repräsentanten ebenso vieler Karpiden, sondern nur die Verzweigungen eines einzigen sind«.

ČELAKOVSKÝ dagegen hält an der Natur der Narbenstrahlen als selbständige Karpidendigungen fest; glaubt aber, dass die ursprüngliche Stellung derselben durchaus von der definitiven, welche an der entwickelten Blüthe wahrgenommen wird, verschieden sei. Nach ihm wäre es wohl möglich, dass die Äste erst später eine Verschiebung oder Drehung erfahren hätten; er weist dabei auf die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen hin, welche PAX an einer gewissen Iridaceenblüthe vorgenommen hat, auf Grund deren der letztere zu dem Resultate gelangte, dass ähnliche Drehungen stattfinden. Ich werde unten Gelegenheit nehmen, auf diese Untersuchungen zurückzukommen.

Wenn ich auch die Entwicklungsgeschichte einer Demazeria, einer Pharus- oder Leptaspisblüthe nicht zu verfolgen im Stande war, so vermag ich doch nachzuweisen, dass eine solche Drehung nicht stattgefunden haben kann. Einmal ist ein reelles Agens, das den Anstoss zu einer Seitenbewegung geben müsste, nicht vorhanden und dann müsste doch in dem Fruchtknoten oder im Griffel diese Drehung deutliche Spuren hinterlassen haben; diese sind aber nicht zu erkennen.

Wir haben also nur zwei Möglichkeiten zu erörtern: entweder begnügen wir uns mit der EICHLER'schen*) Hypothese oder Erklärung, dass der dritte Narbenstrahl ein Commissuralzipfel ist, eine nicht weiter zu bekämpfende Meinungssache, die weit davon entfernt ist, unbedingt auf eine allgemeine Annahme rechnen zu können; oder wir verstehen uns zu der Annahme, dass der in Frage stehende Körper seinen beiden anderen Genossen gleichwerthig ist und dass die 3 Äste zufolge des Contaktes zwischen die 3 Staubgefässe zu liegen kommen.

Halten wir an der letzten Vorstellung fest, so werden wir allerdings zu der Consequenz gelangen, dass in der grössten Zahl der Grasblüthen nur ein Staubgefässkreis vorausgesetzt werden darf. Nun hat man schon längst den Gedanken gehegt, dass in der Grami-

*) EICHLER Blüthendiagramme I. 126.

neenblüthe nur ein Perigonkreis entwickelt ist, dem auch Čelakovský neuerdings beigetreten ist.

Ich sehe nicht recht ein, welche Gründe dagegen vorgebracht werden können, dass auch nur ein einziger Androecealquirl bei jenen in den meisten Fällen vorliegt. Wir haben oben bei den verschiedensten Grasblüthen gesehen, dass die Räume zwischen den Elementen desselben sehr beschränkt sind. Wenn sich dagegen zwischen ihnen grössere Plätze zeigen, wie bei Oryza, nun so bildet sich noch ein zweiter Staminalquirl aus. Dass aber mit diesem die Entwicklung des Androeceums noch nicht erschöpft ist, lehren uns die männlichen Blüthen von Luziola Peruviana. Ich habe bei dieser Pflanze auf das bestimmteste nachweisen können, dass der erste Staubgefässcyklus die gewöhnliche Orientierung aufweist und dass der zweite mit ihm alterniert. Bezüglich des dritten und letzten erlaubte mir mein Material kein so bestimmtes Urtheil, ich wüsste aber nicht, warum dieser trimere Cyklus nicht in Alternanz mit dem vorigen treten sollte. Eine noch hochgradigere Gliederung weist Pariana scabra auf, an der ich 27—33 Staubgefässe zählte.

Wenn nun Eichler die polyandrischen Androeceen der Gräser auf ein Dedoublement zurückführen will, so ist diese Vorstellung eine vorläufig durch keine stichhaltige Beobachtung gegründete Vermuthung. Die Spaltung der Staubgefässe aus einem gemeinschaftlichen Primordium, wie sie bei den Malvaceen, Tiliaceen etc. gedeutet worden ist, wäre eine für die gesammten Monocotylen durchaus abnorme Erscheinung, ich kenne dafür kein einziges passendes Beispiel.

Den sichersten Beweis, ob bei den Gräsern der Contakt die Stellen bedingt, welche die Narbenstrahlen einnehmen müssen, werden wieder diejenigen Formen liefern, bei welchen zwei Kreise entwickelt sind. Ich greife auf meine Untersuchungen an Oryza sativa zurück. Halte ich an der von mir entwickelten Auffassung fest, dass in der Reisblüthe das oberste Blatt als Palea inferior anzusehen ist, so stehen die paarigen Glieder des äusseren Staminalkreises normal zum Tragblatte, das unpaare vorn. Zwischen sie als Contaktkörper treten die Elemente des inneren. Untersucht man eine entwickelte Blüthe, so zeigt dieselbe zunächst zwei Narben. Oben habe ich auseinandergesetzt, dass man bei paarigen Griffeln kein sicheres Urtheil über ihre Stellung zum letzten Kreise gewinnen kann, man sieht nur, dass sie transversal fallen. Untersucht man aber die Blüthe genauer, besonders in jugendlichen Stadien, so findet man an der Basis der Narbenstrahlen ein kleines Stummelchen, welches sich als drittes Glied des Gynoecealkreises erweist. Mit seiner Hülfe ist man nun sehr wohl im Stande, die Stellung der drei Elemente anzugeben, sie liegen

zwischen den Gliedern des inneren Staminalkreises. Ihre Lage ist also dergestalt, dass das unpaare Glied auf die Gluma florens zugewendet liegt, folglich ist die Stellung umgekehrt zu derjenigen, welche an triandrischen Gräsern beobachtet wird. Aus dieser Wahrnehmung geht klar hervor, dass die Karpidenstellung bei dieser Familie wechselnd ist und dass die Variation bedingt wird durch die Zahl der Staminalkreise, von denen der letzte als Contaktkörper für die Ausgliederung dient.

Wenn das gewöhnliche Diagramm der Bambusablüthe richtig ist, und soweit meine Beobachtungen reichen, kann ich die Richtigkeit verbürgen, so giebt es einen weiteren Beleg für das Zutreffende meiner Auffassung. Ich sehe in der Gramineenblüthe kein Schema, in welchem durch atavistische Strebungen, Abort, Verschiebungen oder irgend welche andere mystische Vorgänge Abwandlungen hervorgebracht werden, sondern ich erkenne in ihr eine in der Regel triandrische Blüthe, deren Androeceum unter Umständen durch einen neu hinzutretenden Kreis, durch zwei oder mehr Cyklen vielgliedrig wird. Das Gynoeceum aber nimmt immer die Stellung ein, die ihm durch den Contakt zukommt. Diese Auffassung ist nur der Ausdruck der sinnlich wahrnehmbaren Thatsachen und hat mit irgend welchen Hypothesen und Speculationen nichts zu thun.

Will man die Frage von phylogenetischem Gesichtspunkte auffassen, so werden die triandrischen Gräser die primären Formen, wenigstens was die Blüthen anbetrifft, darstellen, während die hexandrischen und polyandrischen, die durch Ampliation modificierten, jüngeren Gestalten ausmachen. Dafür, dass die hexandrischen Gräser als Ausgangspunkt zu betrachten sind, von dem durch Reduction die Formen mit einer geringeren Zahl von Androecealgliedern sich entwickelt haben, ist mir kein wirklich zwingender Grund bekannt. Folgerichtiger Weise müsste man übrigens über die 6-Zahl noch hinausgehen und Gestalten von der Natur der Luziola oder Pariana als die Anfangsglieder betrachten, aus denen zunächst die hexandrischen Gräser hervorgegangen sind.

In neuerer Zeit ist die Untersuchung über die höhere Stellung der Gramineen und Cyperaceen im Systeme von Pax und Čelakovský in Angriff genommen werden. Mir ist nicht ganz sicher, ob beide überhaupt vergleichbare Grössen in sofern sind, als sie aus einander sich entwickelt haben; ich habe oben bereits bemerkt, dass mir die Gräser in näherer Beziehung zu den Iridaceen, die Riedgräser vielleicht zu den Liliaceen stehen, wenn nicht die Cyperaceen einen besonderen Stamm ausmachen.

Die Resultate, zu denen die beiden ausgezeichneten Morphologen

gekommen sind, stehen, obschon sie genau dieselben Merkmale zur Beurtheilung der Frage gewählt haben, in directem Gegensatze zu einander. Pax sieht die Cyperaceen, Čelakovský die Gramineen für die fortgeschrittenere Familie an. Der Widerspruch ist selbstredend dadurch entstanden, dass beide Autoren über den Werth der Merkmale nicht übereinstimmen. Ehe ein sicherer Entscheid über die Angelegenheit herbeigeführt werden kann, ist somit zunächst nothwendig, dass die Bedeutung der Charaktere sorgfältig geprüft wird. Gegenwärtig halte ich ein definitives Urtheil nicht wohl für möglich.

Zum Schlusse soll noch auf einen eigenthümlichen Wechsel der Narbenstrahlen bei den Iridaceen aufmerksam gemacht werden, der in dieser Familie schon seit längerer Zeit bekannt ist. Die Gattung Sisyrinchium nämlich und nach Angabe Eichler's Cipura, Libertia und Pardanthus, nach Bentham-Hooker's Mittheilung überhaupt die Ixieen haben die drei Äste über die inneren Perigonblätter, Iris dagegen, Gladiolus und Crocus haben sie über die äusseren Perigonblätter gestellt. Bei jenen wechseln sie also mit den Staubgefässen ab, bei diesen stehen sie den Androecealgliedern gegenüber.

Dieser Wechsel der Narbenstrahlen ist für die Beurtheilung der Iridaceenblüthe nach formalen Grundsätzen von der grössten Bedeutung. Bekanntlich setzt man in derselben, wie in der Grasblüthe, einen doppelten Androecealkreis voraus, von denen die Glieder des inneren durch vollkommnen Abort geschwunden sind. Man hat die Andeutung dieser Glieder durch Spuren von Gefässbündeln nachweisen wollen; mir ist es leider nicht gelungen, die bezüglichen Angaben zu bestätigen, ich habe keine solche Spuren unterhalb der Stellen, an denen die vorausgesetzten Elemente ihren Platz finden sollten, beobachtet. Im übrigen schliesse ich mich durchaus der Nägeli'schen Beurtheilung über den Werth dieser Methode an, der darüber folgendes bemerkt: »Es ist ja ein nicht mehr seltenes Verfahren, dass man Anwesenheit und Verlauf der Gefässstränge als Merkmal für die Natur, den Ursprung und die Stellung eines Organes verwendet. Ein solches Verfahren kann aber nur als ein irrthümliches bezeichnet werden, welches seinen Grund in der Begriffsverwirrung findet, die so vielfach bezüglich der Erscheinungen im Pflanzenreiche herrscht. . . . Die Bildung der Gefässstränge ist eine nachträgliche, durch physiologische Funktionen hervorgebrachte Erscheinung, die mit dem Aufbau des Pflanzenstockes in keiner Beziehung steht.«

Die Disposition der Narbenstrahlen bei Iris in direkter Superposition mit den äusseren Perigonialgliedern spricht zu Gunsten der formalen Anschauung, die ja eine Blüthe nicht für genügend erklärt betrachtet, wenn darin noch superponierte Elemente vorkommen, die

Stellung dagegen, welche Sisyrinchium aufweist, würde der Einschaltung eines abortierten Staminalwirtels nicht günstig sein.

Der formal abnormen Stellung hat Pax*) bereits früher seine Aufmerksamkeit gewidmet, und ist bezüglich derselben durch seine Untersuchungen zu folgendem Resultate gekommen: »Jedenfalls beruht die Erscheinung (dass bei Sisyrinchium die Narben zwischen den Staubblättern liegen) nach meinen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen auf einer nachträglichen Verschiebung, welche durch den Druck der allen anderen Blüthentheilen weit vorauseilenden Staubbeutel hervorgebracht wird, also nicht auf einer abweichenden Anlage, wie etwa bei einigen Salix-Arten.«

Ehe ich meine seit mehreren Jahren wiederholten Beobachtungen über die Angelegenheit mittheile, will ich ganz allgemein die Frage untersuchen, ob durch den von Pax vorausgesetzten mechanischen Vorgang eine Veränderung in der Lage der Narbenstrahlen hervorgebracht werden kann. Die Staubbeutel der Iridaceen haben in der That zur Zeit, da die Äste des Griffels angelegt werden, eine relativ beträchtliche Grösse, und sie halten in der Wachsthumszunahme noch recht lange an. Verfolgt man die Dehnungen, die bei dem Processe stattfinden, so wird man zwischen der Vergrösserung der Antheren einer Iris- und Sisyrinchiumblüthe keinen Unterschied finden; beide strecken sich in die Länge und nehmen relativ gleichmässig in Breite und Dicke zu, sich mit ihren Flanken innigst berührend, so dass sie ihre Gestalt, die von Anfang an bilateral symmetrisch ist, bis zur vollen Entwicklung beibehalten. Die Drucke, die sie also auf ihre Nachbarschaft ausüben, sind in beiden Blüthen durchaus dieselben.

Sollten die »allen anderen Blüthentheilen vorauseilenden Staubbeutel« nachträglich die Narbenstrahlen verschieben, so müsste irgend eine Kraft auftreten, welche eine Seitenbewegung hervorbringt, und diese müsste sich wieder in einer asymmetrischen Form der Staubbeutel oder in einer Torsion des mechanisch gewundenen Griffels bemerkbar machen. Weder die erste noch die zweite Veränderung wird wahrgenommen.

Wenn man sich die Narbenstrahlen einer mässig entwickelten Knospe von Sisyrinchium betrachtet, so wird man übrigens leicht erkennen, dass sie selbst durch eine Drehung irgend welcher Art nicht mitgeschleppt werden können. Der Griffel ist nämlich ziemlich lang, die Narbenäste dagegen sind winzig kurz und schliessen zu einem kleinen conischen Körper eng zusammen, dabei haben sie aber bereits

*) Pax in Engler's Jahrbüchern VI. 300.

die Lage, welche sie an der entfalteten Blüthe zeigen. Ich habe eine Angriffsfläche, gegen die ein seitlicher Druck wirken könnte, nicht nachzuweisen vermocht.

Die Discussion der vorliegenden Wachsthumsbedingungen sowohl, wie die Untersuchung an weiter entwickelten Zuständen, lässt die Voraussetzung Pax', dass die Narbenstrahlen durch secundäre Einflüsse von dem Orte ihrer Entstehung seitlich verschoben würden, als nicht wahrscheinlich, ja ich möchte behaupten, als unmöglich erscheinen.

Ich will jetzt die Beobachtungen mittheilen, die ich an den Blüthen von Iris und Sisyrinchium bezüglich der Narbenanlagen machte. Ich habe die kritischen Zustände in Taf. III, Fig. 11 für die erste, Taf. III, Fig. 5 für die zweite Pflanze zur Darstellung gebracht. In beiden ist *Sti* ein Narbenstrahl. Man bemerkt deutlich, dass eine Einwirkung der benachbarten Staubgefässe noch nicht stattgefunden haben kann, da sie ausserhalb des Wirkungsbereiches derselben sich befinden, und sieht zugleich, dass sie bei Iris vor, bei Sisyrinchium zwischen den Antheren auftreten.

Worin liegt nun die Ursache dieser differenten Stellung? Fassen wir die Blüthe von Sisyrinchium (Taf. III, Fig. 5) ins Auge, so sehen wir gegen das Bild, welches Fig. 11 bietet, einen erheblichen Unterschied insofern, als zur Zeit der Narbenanlage die Staubgefässe bereits mit einem kurzen Filamente versehen sind. Das zwischen denselben befindliche Perigonblatt bleibt dünn, klein und ist concav-convex. Diese Bedingungen vereinigen sich, um zwischen den beiden Staubgefässen einen nischenartigen Raum zu bilden, in den das Narbenblatt tritt.

Bei Iris liegt die Sache aber anders. Hier sind die inneren Perigonblätter grösser und mit einem deutlichen inneren Längswulst auf der Mediane versehen, der zwischen den Staubgefässen sich einzwängend in den Raum der Blüthe eindringt; ausserdem sind die Staubgefässe, obgleich relativ viel grösser als bei Sisyrinchium, sitzend. Zur Bildung jener Nische sind alle diese Verhältnisse nicht geeignet, und der Narbenstrahl findet desshalb an der Stelle, welche er bei Sisyrinchium einnimmt, keinen Platz, er tritt vielmehr tiefer, über dem Grunde der Fruchtknotenhöhle zwischen den Thekenhälften der Anthere auf, in der ähnlichen Weise, welche ich früher für die Blüthen von Campanula medium L. beschrieben habe.

Die Bildung und Fächerung der Fruchtknoten hat bereits vor der Anlage der Narbenstrahlen ihren Anfang genommen. Die unter der Blüthe befindliche Höhlung stellt dem Raume, welchen das Tragblatt bietet, entsprechend ein dreiseitiges Hohlprisma dar; auf den Mitten

der Flächen erheben sich die Placentarwülste, welche später bis nach dem Centrum vordringen und die Fächerung des Fruchtknotens bewirken. Bei sämmtlichen Monocotylen mit unterständigem Fruchtknoten, welche ihre Blüthen in analoger Weise entwickeln, sind demgemäss die Fruchtknotenfächer in derselben Weise orientiert, die zugleich mit der Stellung der äusseren Perigonblätter concordant ist. Auf diese Verhältnisse können die Contakte, welche die Disposition der Narbenstrahlen bedingen, von keinem Einflusse sein, und desswegen liegen die Narbenstrahlen bei Iris dorsal, bei Sisyrinchium aber commissural. Diese Bezeichnung setzt voraus, dass man in dem unterständigen Fruchtknoten eine Verbindung von Blättern erkennt, eine Ansicht, die kritisch zu beleuchten mich an dieser Stelle zu weit führen würde.

Ähnliche Variationen in der Stellung der Narbenstrahlen an Blüthen mit unterständigem Fruchtknoten aus anderen Familien der Monocotylen habe ich bereits früher behandelt und verweise auf jene Arbeit.*)

II. Die Blüthen der Dicotylen.

1. Die tetrameren Blüthen.

Unter dieser Bezeichnung habe ich alle diejenigen Blüthen der Dicotylen zusammengefasst, welche, wenn man nur nach dem Bilde urtheilt, das man bei Betrachtung der fertigen Blüthen erhält, in den äusseren Gliedern gewöhnlich aus zwei decussierten Paaren aufgebaut sind. Bisher haben sich die Morphologen begnügt, nur den fertigen Blüthenkörper zu studieren und aus ihm die Stellung der Blätter in dem Diagramme festzusetzen. Besonders die Payer'schen Untersuchungen lassen nun zwar deutlich erkennen, dass bei tetrameren Blüthen zuweilen Abweichungen von dem als typisch vorausgesetzten Entwicklungsgange vorkommen, dass die Reihenfolge der Blätter durchaus nicht mit derjenigen zusammentrifft, die sonst an Blattsystemen inne gehalten wird, welche sich nach decussierter Stellung aufbauen. Man hat aber diese Abweichungen, die auch von Payer nicht besonders entschieden hervorgehoben worden sind, entweder übersehen oder, wenn sie ins Bewusstsein gekommen sein sollten, vernachlässigt.

Je nachdem das erste der decussierten Paare gestellt ist, fügte man entweder noch ein Blattpaar hinzu, von dem man meinte, dass es abortiert sei, oder man nahm das Fehlen eines derartigen Paares

*) K. Schumann in Pringsheim's Jahrbüchern 1889. p. 407.

als typisch an. Es handelte sich hier immer um ein Vorblattpaar, von dem man sich nach und nach gewöhnt hat, es geradezu für ein Glied der Blüthe anzusehen. Befindet sich also das erste Kelchblattpaar in medianer Stellung, so wird ein Paar Vorblätter ergänzt, weil man von dem allerdings nicht als nothwendig bewiesenen Theorem ausging, das erste Blattpaar müsse stets transversale Lage zum Mutterblatte besitzen. Wenn aber das erste Kelchblattpaar transversal steht, so glaubt man, dass das immer in der Vorstellung haftende Vorblattpaar typisch fehle, also nicht durch Abort geschwunden sei. Ob diese Vornahme nöthig, ja ob sie überhaupt erlaubt ist, werde ich des Genaueren bei den Fumariaceen zu erörtern haben; ich werde auch der Frage dabei näher treten, ob diese Blättchen ausschliesslich von morphologischer oder ob sie nicht vielmehr von physiologischer Seite aus betrachtet werden müssen.

Die decussierten Blüthen stehen offenbar mit den im äusseren Cyklusse spiral angelegten pentameren Blüthen in einem gewissen Connex. Diese Behauptung wird dadurch erhärtet, dass nicht blos in derselben Familie, sondern in derselben Art, ja auf demselben Sprosse der tetramere Modus der Ausgliederung von dem pentameren gelegentlich abgelöst wird, wie die Gattung Ruta, die Onagraceen, Rubiaceen, Loganiaceen u. a. zeigen. Ich werde aber an dieser Stelle auf die Beziehungen zwischen beiden nicht eingehen, sondern bei den pentameren Blüthen darauf zurückkommen. Nur gelegentlich der Besprechung der Stellaten habe ich mir nicht versagen können, um nicht diese Gruppe von den mit ihnen, wenn auch nicht zu nahe, so doch immerhin verwandtschaftlich verbundenen Spermacoceen zu trennen, andere als tetramer gebaute Blüthen mit in das Bereich meiner Besprechungen zu ziehen.

Von den Begründern der vergleichenden Schule sind die tetrameren decussierten Blüthen auf den Spiraltypus zurückgeführt worden; sie nahmen zu diesem Zwecke an, dass der Quotient, welcher die Divergenzen ausdrückte, $\frac{1}{2}$ betrug. Die in den successiven Paaren rechtwinklig sich kreuzende Stellung der Medianen erklärten sie durch eine rhythmisch sich einstellende Prosenthese von der Hälfte der Normaldivergenz. Die decussierte Blattstellung wurde also ausgedrückt durch die Relationen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ etc. Ohne Zweifel ist diese Deutung eine durchaus gekünstelte, denn gerade die Constanz in den Divergenzen macht das wesentliche Merkmal der spiralen Systeme aus.

a. Die Blüthen der Onagraceen.

Diese Familie lieferte mir das Untersuchungsmaterial für die Blüthen mit echten decussierten Kelchen. Ich untersuchte hauptsächlich

mehrere Formen von Fuchsia, welche, wie alle in unseren Gärten cultivierten Formen, keine reinen Arten mehr darstellten, sondern Bastarde und Varietäten mehrerer wild wachsender waren. Da indess alle die gleichen Verhältnisse in den wesentlichsten Einzelheiten zeigen, so kommt es auf eine genaue Charakterisierung der Arten nicht an. Man hat nur darauf zu achten, dass man keine Formen mit gefüllten Blüthen zur Untersuchung wählt.

Zunächst hielt ich die Prüfung vegetativer decussierter Sprosse für eine wichtige Sache. Ich habe zu diesem Zwecke nicht blos die obenerwähnten Pflanzen einem eingehenderen Studium ihrer Achselsprosse unterworfen, sondern auch Ligustrum, Syringa, Fraxinus, Aesculus und andere in das Bereich der Betrachtung gezogen und an ihnen die Form und Veränderung des Vegetationskegels während der Ausgliederung der Blätter analysiert. Das Merkmal, welches alle decussierten Laubsprosse kennzeichnet, ist die transversal gedehnte Form des Vegetationskegels eines jeden Primordiums, das sich in der Blattachsel ausgliedert. Er liegt in einer entsprechend geformten Höhlung des Achselgrundes eingebettet, die z. B. bei Aesculus und Fraximus sehr tief ist. Dem Raume zwischen Blatt und Axe entsprechend ist dasselbe in frühster Jugend von vorn nach hinten stark zusammengedrückt, bei weiterem Wachsthume der Blattbasis dehnt es sich und streckt sich dabei in medianer Richtung, behält aber stets die ellipsoide Form bei. Die ersten Blattanlagen erscheinen, ganz dem Modus entsprechend, den wir nun schon so oft bei einem derartig gestalteten Körper gesehen haben, in den Enden der langen Axe (Taf. V, Fig. 6). Sie verbreitern sich, während sie in die Länge wachsen, sehr erheblich in medianer Richtung, was wiederum auf ein gleich gerichtetes Wachsthum im Achselgrunde hinweist. Diese Dehnung macht der Vegetationskegel mit und wieder treten in den Enden der langen Axen des neuen Ellipsoid-ähnlichen verhältnissmässig flachen Gipfels zwischen den ersten Blättern, also an Stellen, die zugleich in der Linie des Druckminimums befindlich sind, zwei neue Blätter (Taf. V, Fig. 8). Auch diese strecken sich in der basalen Region und bewirken ein senkrecht zur vorigen Dehnungsrichtung gestrecktes Ellipsoid, in dessen langer Axe ein neues Blattpaar erscheint (Taf. V, Fig. 7). Die transversal gestellten Paare stehen rechts und links unter den gleichen Anlagebedingungen und treten desshalb in den jüngsten Stadien mit ihren Elementen simultan hervor. Nicht dasselbe darf von den median gestellten gesagt werden; bei ihnen kommt es sehr wesentlich darauf an, dass die Wachsthumszunahmen zwischen Blatt und Primordium, sowie zwischen Axe und Primordium gleich sind. An solchen Sprossen von Fuchsia, die noch gegen Ende der Vege-

tationsperiode ausgegliedert wurden, fand ich die vorderen Elemente dieser Paare oft früher erscheinen als die hinteren.

Die successiven Dehnungen des Vegetationskegels in den auf einander folgenden Etagen sind auch an weiter entwickelten Sprossen gut zu verfolgen. Dabei macht man die Beobachtung, dass die Quotienten zwischen langer und kurzer Axe in den transversal gestellten Paaren grösser sind, als in den medianen. Bei Fuchsia erhielt ich für die ersteren den Durchschnittswerth von 35 : 18,5, bei den letzteren von 35 : 30. Wie gross dabei die Portionen der Oberflächen sind, welche von den Blattprimordien beansprucht werden, ist noch zu ermitteln, namentlich wäre es interessant zu constatieren, ob hier ein wiederkehrendes Gesetz in den Relationen zwischen ihnen und dem restierenden Stücke des Vegetationskegels bestände.

Die bei Fuchsia vorhandenen seitlichen Nebenblattpaare verhalten sich ihrer Entstehung nach wieder ähnlich den Ausgliederungen der Blätter, sie bilden sich, nachdem diese schon zu einem kurz dreieckigen Lappen herausgewachsen sind, in den langen Axen des ellipsoidischen Blattprimordiums als stumpfe Höckerchen aus.

Ausser Contakt mit den Nebenblättern entsteht in der Achsel eines Blattes von Fuchsia wiederum ein transversal gestreckter Körper, sobald eine Blüthe entwickelt wird, und in den Enden der langen Axen erscheint das erste Sepalenpaar. Mit dessen radialer Dehnung streckt sich auch der bleibende Centralkörper in der Mediane und erzeugt vorn und hinten zwei weitere Kelchblätter, die ebenfalls, bei den späteren Blüthen wenigstens, ungleichzeitig erscheinen können. Ganz derselbe Modus, den ich für die vorblattlose Fuchsiablüthe schilderte, ist auch an den Blüthen zu verfolgen, welche zwei seitliche Vorblätter vorausschicken. Ich habe von diesen schon früher die Entwicklung der Seitenblüthen von Ruta graveolens beschrieben*), auf die ich hier zurückweise. Nur der Unterschied findet, wie nothwendig ist, statt, dass nun das erste Kelchblattpaar im Contakte mit den Vorblättern median, das zweite wieder transversal steht.

Nach der Kelchanlage erscheinen bei Fuchsia simultan 4 Blumenblätter, die sich in die Lücken zwischen die vorhandenen Blätter stellen. Mit ihnen alternieren wieder 4 Staubgefässe, welche also vor die Kelchblätter fallen. Sie entwickeln sich innerhalb der sehr fest verschlossenen Sepalen, die im Innern an der Spitze einen reichlichen Papillenbelag erzeugen, deren in einander verflochtene Fäden die Verbindung zu einer sehr festen machen. Mit einem solchen pinselförmigen Spitzenanhang sind nicht blos Kelchbätter klappiger Aestivation,

*) K. Schumann in Berichten der deutschen botan. Gesellschaft 1889. p. 56.

sondern auch vielfach klappig deckende Blumenblätter versehen, wie z. B. viele Psychotrieen, Borrerien, Olacaceen etc. zeigen. Sie sind die Ursache, wesswegen sich die Knospen nur schwer öffnen lassen, da die ineinander wachsenden und wohl auch mechanisch aneinander festhaftenden Papillen sich nicht leicht trennen lassen.

Nach den Kelchstaubgefässen treten die Kronstaubgefässe in den Lücken zwischen ihnen auf. Schon der Platz, der ihnen zwischen den ersteren übrig bleibt, ist an sich weniger umfangreich, als der, welcher jenen zur Verfügung stand; sie wachsen auch, weil der Raum fehlt, langsamer und so bildet sich vor ihnen nach dem Blüthencentrum zu eine Lücke. Die Karpiden treten daher im Contakte mit den Kelchstaubgefässen vor jenen auf, obgleich die Kronstaubgefässe zeitlich später angelegt worden sind. Die Gattung Fuchsia gehört also zu den obdiplostemonen Blüthen und zwar speciell in die Gruppe, welche ich mit dem Namen der proterosepalen belegt habe.

Die Entwicklung von Oenothera und Epilobium ist nach meinen Untersuchungen, die mit denen Payer's über die letzte Gattung völlig übereinstimmen, gleich. Sehr interessant würde die Untersuchung von Circaea sein, bei welcher die Decussation nicht blos im Kelche constatiert wird, sondern, nach der entwickelten Blüthe zu urtheilen, sich bis zu den Karpiden fortsetzt. Namentlich ein Punkt wäre bei dieser Pflanze genauer ins Auge zu fassen.

Bei allen von mir untersuchten Onagraceen hört nämlich nach der Kelchbildung die successive Dehnung des Vegetationskegel zur ellipsoiden Form auf. Der junge Blüthenkörper zeigt einen genau kreisförmigen Querschnitt in der Bildungszone der Neuanlagen. Vielleicht liegt hierin in Verbindung mit den in den 4 Lücken gleichen Contakten die Ursache der simultanen Erscheinung der Blumenblätter. Ich vermuthe, dass bei Circaea die Sache sich anders verhält, will mich aber jeder Meinungsäusserung enthalten, und von weiteren Beobachtungen eine Aufhellung der jedenfalls abweichenden Verhältnisse abwarten.

b. Die Blüthen der Cruciferen.

Es giebt nur wenige Pflanzenfamilien, die so häufig auf die Entwicklung der Blüthen hin geprüft worden sind, wie die Cruciferen. Die Veranlassung lag darin, dass die theoretische Interpretation der Blüthen vieldeutig ist. Jede neu entstehende Meinung glaubte abereine erhebliche Stütze für sich zu gewinnen, wenn sie nachweisen konnte, dass die Vorgänge beim Blüthenaufbau mit der theoretischen Deutung in Übereinstimmung sich befanden. Wir werden uns desshalb nicht wundern, wenn wir fast ebenso viele differente Darstellungen über

die Entwicklung der Blüthe finden, als theoretische Schemata derselben existieren.

Wenn der Gedanke, dass eine bestimmte Form der Entwicklung vorliegen müsse, den Beobachter beherrscht, wird das Resultat der Untersuchung bei so schwer zu behandelnden Objekten nicht selten von jenem beeinflusst sein. Ich habe mich bei den Cruciferen nicht von der Vorstellung frei halten können, dass die Autoren aus der Entwicklungsgeschichte hauptsächlich diejenigen Anlagefolgen herausgelesen haben, die der bereits vorher fertigen Deutung entsprachen.

Der durch Eichler *) zum Ausdrucke gelangte Vorgang in der Entstehung der Cruciferenblüthe ist folgender. Kelch und Krone verhalten sich wie bei anderen vierzähligen Blüthen. Nachdem die sehr häufig fehlenden Tragblätter und Vorblätter ergänzt worden sind, treten die zwei ersten Kelchblätter wieder in die Mediane des ersteren, nach ihnen erscheinen die zwei seitlichen paarigen Sepalen. In den Lücken zwischen den Kelchblättern zeigen sich simultan die 4 Blumenblätter, darauf stellen sich die zwei äusseren, kürzeren, in den entwickelten Blüthen tiefer inserierten Staubgefässe transversal, die beiden oberen Paare, welche Eichler als durch Dedoublement aus einem einzigen entstanden ansieht, haben wieder mediane Stellung, die beiden Karpiden endlich nehmen von neuem die transversale Lage ein.

Diese bereits 1865 vorgetragene Meinung hat Eichler in den Blüthendiagrammen gegen einige andere Behauptungen aufrecht erhalten. Namentlich sind hier Wretschko's **) genaue Studien an einer grösseren Anzahl von Geschlechtern belangreich, aus denen hauptsächlich hervorzuheben ist, dass die Staubgefässe des inneren Quirls von Anfang an als getrennte Primordien auftreten und dass sie nicht durch Dedoublement von einem einzigen abgespalten werden. Eichler glaubte indess auf Grund der eigenen Figuren Wretschko's dieser Beobachtung keine Bedeutung beimessen zu sollen; das allerdings vorkommende Auftreten von 4 getrennten oberen Staubgefässanlagen erklärte er als »congenitales Dedoublement«.

Bereits von Steinheil ist im Jahre 1839 die Meinung ausgesprochen worden, dass nicht blos die inneren Staubgefässe dedoubliert seien, sondern dass auch für die Blumenblätter der gleiche Ausgliederungsmodus angenommen werden sollte. Meschajeff hat dann später dieselbe Anschauung getheilt; trotzdem aber dass gelegentlich Missbildungen gefunden worden sind, bei denen in der That nur 2 Blumen-

*) Die umfangreiche Litteratur über diese Frage findet sich bei Eichler in Flora 1865 sehr vollständig angegeben.

**) Wretschko in Sitzungsberichten der Wiener Akademie LVIII. 211 etc.

blätter bemerkt wurden, hat Eichler dieser Theorie, welche die Blüthe aus auf einander folgenden decussierten Paaren aufbaut, seinen Beifall nicht geschenkt. Er begründete seine ablehnende Haltung damit, »dass doch die Entwicklungsgeschichte zu bestimmt widerspricht; wenn aber in monströsen Blüthen einmal wirklich zweiblättrige Kronen vorkommen, so sind das eben nur Ausnahmefälle, die nichts weiter beweisen, als die auch anderweitig bekannte Thatsache, dass ein viergliedriger Quirl durch einen zweizähligen vertreten werden kann.«

Alle bisherigen Beobachtungen haben sich ausschliesslich auf einzelne Blüthen erstreckt, welche aus dem Verbande der Inflorescenz genommen worden sind. Die Beziehungen, unter denen die Blüthen gegenseitig stehen, sind bisher vollkommen ausser Acht gelassen worden. Ich habe folgende Arten in der ersten Anlage oder durch den ganzen Entwicklungsgang geprüft: Arabis albida Stev., Iberis saxatilis L. und semperflorens L., Cheiranthus cheiri L., Aubrietia deltoidea DC., Alyssum edentulum W., Crambe maritima L. und Pringlea antiscorbutica Hook. fil.

Als Typus werde ich Iberis semperflorens wählen, weil hier die Verhältnisse durch eigenthümliche, wie es scheint normal vorkommende, Begleitblättchen complicierter sind als gewöhnlich und weil die Pflanze das ganze Jahr hindurch die geeigneten Entwicklungszustände gewährt. Dieser immergrüne Halbstrauch dürfte nämlich, was den Schutz der jüngsten Anlagen anbetrifft, vorzüglich ausgerüstet sein. Untersucht man einen Laubspross, so findet man, dass die Spitze durch die zuletzt angelegten Laubblätter dicht verschlossen ist. Sie umgeben dieselbe in ausserordentlich grosser Zahl spiral gestellt: jedes Blatt ist in seinem oberen Theile rechtwinklig nach innen geknickt und so bilden die Enden derselben ein vielschichtiges Dach, aus dicht in einander geschobenen Plättchen aufgebaut.

Bei den Blüthensprossen verhält sich die Sache etwas anders. Die Blüthenknospen, welche sich am weitesten in der Entwicklung vorgeschritten zeigen, sind gestielt und nach innen gekrümmt; von allen vorhandenen Kelchblättern ist das äusserste oder unterste das grösste, welches die drei anderen helmförmig übergreift. Dabei ist dasselbe an seinem Ende mit einer randlichen Verlängerung versehen, welche einem Mützenschirme gleicht. Indem nun diese Schirme sich übereinander schichten und dicht an einander schliessen, wird derselbe innige Verschluss hergestellt, welcher bei den Laubknospen angetroffen wird.

Untersucht man die Stellung der Kelchblätter an einer derartigen entwickelten oder auch an einer jüngeren Knospe, so kann ein Zweifel darüber nicht obwalten, dass die Deckung der Sepalen genau der

Stellung derselben im Diagramme entspricht; das vordere Kelchblatt ist das äusserste, das hintere umfasst die beiden seitlichen.

Am Grunde der Knospe findet man zwei minutiöse, ein wenig keulenförmig verdickte, roth- oder braungrüne Gebilde, welche die für Iberis semperflorens bereits längst bekannten »Bracteolen von Hochblattnatur« darstellen. Auf den ersten Blick würde man gegen eine solche Auffassung keine Bedenken haben. Vorblätter sind zwar äusserst selten an Cruciferenblüthen entwickelt, ausser bei unserer Pflanze sind sie nur noch bei Stenopetalum beobachtet worden; indess gab WRETSCHKO an, dass er sie auch der Anlage nach bei Alyssum, Raphanus und anderen Gattungen bemerkt habe. Da sie für die theoretische Construktion der Blüthe von der grössten Wichtigkeit sind, ohne ihre Ergänzung ist formal die ganze Disposition unmöglich, so wurde von jeher auf dieses Vorkommen bei Iberis semperflorens ein grosser Nachdruck gelegt. Als ich die Laubtriebe dieser Pflanze untersuchte, fiel mir auf, dass die jüngeren Blätter an ihrer Basis genau dieselben winzigen Körperchen, die bisher an dieser Stelle übersehen worden sind, auch zeigen. Einmal darauf aufmerksam geworden, gelang es mir leicht, sie an allen Laubblättern der Pflanze nachzuweisen. Durch diese Wahrnehmung wird meinem Erachten nach die Ansicht, dass die Gebilde wirklich für Bracteolen gehalten werden müssen, sehr erschüttert. Ob man sie an den Blättern für Stipulargebilde ansehen soll, oder für Andeutungen basaler Blattlacinien, welche ich später bei den Lobeliaceen erwähnen werde, wo ähnliche Körper ebenfalls für Vorblättchen angesprochen worden sind, ist wohl schwierig zu sagen. Wahrscheinlich kommt ihnen eine physiologische Bedeutung beim Knospenschutze zu, da sie nur an den ersten Anlagen den Eindruck lebenskräftiger Organe machen. Mir erscheint eine solche Annahme desshalb berücksichtigenswerth, weil sie an so differenten Organen, wie Blätter und Blüthen sind, an correspondierenden Stellen auftreten. Vielleicht dienen sie als Dichtungen an den Orten, wo die Knospen den lockersten Verband zeigen. Jedenfalls würde ich nicht wagen, ihnen morphologisch den Werth zuzusprechen, den man ihnen gewöhnlich giebt. Denn die Erscheinung, dass die Bracteolen an Blüthen auftreten, denen die Tragblätter fehlen, ist mir sonst nirgends bekannt.

Entfernen wir nun von der Knospe, welche die jugendliche Inflorescenz darstellt, sorgfältig die äusseren Blüthen, so gelangen wir ohne sonderliche Schwierigkeit dahin, den Vegetationskegel mit seinen letzten Anlagen genau übersehen zu können. Ich habe das Bild, welches er bietet, in Taf. V, Fig. 9 wiedergegeben. Der eigentliche Vegetationskegel stellt eine sanft gewölbte Kappe von sehr glatter,

etwas glänzender Oberfläche dar, um welche herum die einzelnen Blüthenprimordien in schöner typischer Spiralfolge gruppiert sind. Ich habe die Divergenzwinkel derselben mit Hülfe des Transporteurs möglichst genau gemessen und aus einer grossen Zahl von Beobachtungen den Durchschnittswerth von 137° ermittelt. Die Anreihungen geschehen also nach dem Grenzwinkel der Hauptreihe. Die Anlagen treten alle in der grössten Genauigkeit auf der Einerzeile hervor. Das Verhältniss zwischen dem Durchmesser des Sprosses und der Grösse der Primordien ist ein solches, dass man als höchste Contaktreihen bis zu den jüngsten Primordien, die noch den Vegetationskegel berühren, nur die 3er und 5er Zeilen construieren kann; die ersteren verlaufen in meiner Figur links-, also gegen-, die letzteren rechts- d. h. gleichwendig mit dem Zeiger der Uhr.

Es liegen demgemäss, wenn ich die jüngsten Anlagen am höchsten beziffre, in Berührung zu einander

$$fl^{10} \text{ mit } fl^{5} \text{ und } fl^{7}$$
$$fl^{9} \text{ mit } fl^{4} \text{ und } fl^{6}$$
$$fl^{8} \text{ mit } fl^{3} \text{ und } fl^{5},$$

d. h. fl^{n} mit fl^{n-5} und fl^{n-3}, wobei der Vordercontakt, welcher durch fl^{n-8} gebildet werden müsste, durch die Entwicklung der betreffenden Blüthe, wenigstens in der gegebenen Figur, bereits aufgehoben worden ist.

Der dorsale Contakt wird bei allen jüngeren Anlagen durch den Vegetationskegel ausgemacht, gegen welchen sich die junge Blüthe ziemlich lange anstemmt. Der Ort der neusten Anlage ist durch das Mass der Wachsthumszunahme des Vegetationskegels und der vorausgehenden Blüthenprimordien bedingt. Der zuletzt ausgegliederte Körper wird durch eine sehr sanft gekrümmte, fast geradlinig verlaufende Furche vom Vegetationskegel abgeschnitten (vergl. fl^{10} in Fig. 9). Wie oben erwähnt, liegt er zwischen fl^{7} und fl^{5}. Weder rechts noch links von diesem Primordium ist eine solche Lücke zwischen den jüngsten Blüthenanlagen vorhanden, dass ein neuer Körper dort eintreten könnte. Wie der Platz für denselben erzeugt wird, erkennen wir, wenn wir die zunächst vorausgehenden Blüthenanfänge fl^{9} und fl^{8} betrachten. Wir bemerken nämlich, dass die Contaktkörper sich nicht blos vergrössern, sondern dass auch der ältere aus der Berührung mit dem Vegetationskegel nach und nach gelöst wird. Durch welchen Vorgang diese Entfernung bewirkt wird, sehen wir sehr leicht, sobald wir die junge Inflorescenz auf die hohe Kante stellen: jedes jüngere Primordium wird nämlich relativ zeitig durch einen Blüthenstiel etwas gehoben. Der durch die Entfernung zur Verfügung stehende Raum

wird aber durch einen Lappen des Vegetationskegels in demselben Masse ausgefüllt, als das Primordium zurückweicht. Die Blüthe, welche mit fl^3 bezeichnet ist, hat sich soeben von dem Vegetationskegel fortbewegt und ebenso ist fl^4 im Begriff, denselben Vorgang zu durchlaufen, desshalb ist vorläufig zwischen fl^6 und fl^8 der beste Ort für die Entstehung einer neuen Blüthe fl^{11} gegeben, während die nächste zwischen fl^7 und fl^9 zu liegen kommen wird. Die ganze Configuration der Neubildungen um den Vegetationskegel lässt ferner deutlich wahrnehmen, dass der nächste Ort, an welchem die Blüthe fl^{13} auftreten wird, kein anderer sein kann, als der Platz, welcher zwischen fl^8 und fl^{10} gelegen ist. Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass die Beobachtungen, welche ich empirisch für die Blüthen bis fl^{10} zu ihren Contaktkörpern nachgewiesen habe, auch gelten müssen für die noch nicht angelegten Blüthen, dass also mit anderen Worten die neuen Primordien durch die hier herrschenden Contaktverhältnisse in den Orten ihres Auftretens bedingt sind; sie erscheinen immer in den grössten vorhandenen Lücken oder an den Orten des Druckminimums in dem ganzen Systeme, falls es gestattet ist, das eine für das andere zu setzen.

Wenn das jüngste Blüthenprimordium erscheint, so hat es die Form eines fast gleichschenkligen Dreiecks, dessen Spitze auf den bereits zurückgewichenen Vordercontaktkörper zugewendet ist, ganz dem Raume entsprechend, der zur Verfügung steht. Ich habe nun in sofern an meiner Figur eine kleine Correktur anzubringen, dass man sich die Lage der Blüthen fl^1 und fl^2 nicht so weit zurückgebogen denken darf, wie ich es in der Figur dargestellt habe: um die Anlagen der letzten Blüthen sichtbar zu machen sind sie vielmehr mit Gewalt in diese Stellung gebracht worden. In Wahrheit fungiert nämlich die Blüthe fl^2 immer noch als Vordercontakt, aber nur mit ihrem Stiele, dieser drückt gegen die Stirnseite von fl^{10}. Demgemäss ist es dieser nicht gestattet, vorläufig in radialer Richtung erheblich sich zu vergrössern, sie dehnt sich vielmehr hauptsächlich in die Quere, ein Vorgang, der durch den Vergleich von fl^{10} mit fl^9 und fl^8 klar werden wird. Wenn dann ein neues Primordium auftritt, so muss sich der transversal weiter wachsende Körper vor dieses schieben, so dass die Configuration zu Stande kommt, welche fl^7 aufweist. In diesem Zustande erscheinen nun die ersten Neubildungen an dem Primordium. Aus der ganzen Gestalt des Körpers ist eine andere Stellung für diese nicht zu erwarten, als die transversale. Diese Orte sind die Stellen geringsten Druckes, denn an der Stirnseite wirkt immer noch der Blüthenstiel, der vor dem Primordium fl^7 liegenden Blüthe fl^{-1}, auf der Rückseite aber der Vegetationskegel. Die beiden ersten Körper

sind jene kleinen Kölbchen *k*, welche gewöhnlich für Bracteolen gehalten werden und die als seitliche kleine Wärzchen am Stiele von fl^2 und fl^3 in Taf. V, Fig. 9 sichtbar sind. Nachdem dieselben erschienen sind, wächst das Primordium hauptsächlich nach aussen, indem es dem sich mehr und mehr krümmenden Blüthenstiele eng angelegt bleibt. Zugleich erhebt sich der obere Theil über die beiden Kölbchen und breitet sich über ihnen aus, so dass sie von oben bald nicht mehr gesehen werden (vergl. fl^7 mit fl^6 und fl^5). In dieser letzten Blüthe hat das Primordium die Gestalt eines oben sanft gewölbten, vorn von einem stark gekrümmten, hinten von einem flachen Bogen begrenzten Körpers, dessen Stiel sich eben zu entwickeln beginnt. Durch ihn wird das Primordium ein wenig über den Vegetationskegel emporgehoben, kaum ist es hierdurch von dem Rückencontakte befreit, so treibt es auch zwischen die benachbarten Primordien nach dem Centrum der Inflorescenz zu einen Lappen vor, der sich genau dem vorhandenen Raume anpasst, fl^4. Zugleich mit dieser Gestaltveränderung werden an den Ecken des nunmehr 4-lappigen Gebildes die Kelchblätter angelegt. Sie treten so ausserordentlich schnell hinter einander auf, dass es ungemein schwierig ist, die Folge mit Sicherheit anzugeben. Ich habe wohl mehrere Hundert Blüthen in dem kritischen Stadium sehr genau geprüft, ehe ich für Iberis semperflorens, besonders aber bei Erysimum Perofskianum (Taf. V, Fig. 10 fl^6) die sichere Überzeugung gewann, dass zuerst das vordere, dann die beiden seitlichen, endlich das hintere erscheint. Sogleich nachdem diese Blätter entstanden sind, wächst aber das hintere viel schneller heran als die seitlichen, und übergreift diese, so dass, wenn man nur ein wenig ältere Anlagen untersucht, man leicht in den Irrthum verfallen kann, das dorsale Kelchblatt sei früher entstanden, als das laterale Paar. Nachdem der Kelch fertig ist, folgen simultan die Blumenblätter in den Lücken zwischen ihnen. Schon in dieser Zeit macht sich nun in der Blüthe eine ganz ausgesprochene Neigung geltend, sich transversal zu dehnen, so dass der Blüthenboden elliptische Gestalt annimmt, wobei die lange Axe senkrecht auf der Blüthenmediane, d. h. auf der Ebene durch das frontale und dorsale Kelchblatt steht. Die beiden nächsten Neubildungen treten der gewöhnlichen Erfahrung gemäss an den Enden der langen Axe auf, es sind die äusseren Staubgefässe.

Das Verhältniss zwischen der langen und kurzen Axe im Blüthenboden habe ich nach Messungen als 15 : 11—12 ermittelt; setzen wir nun die Durchmesser der Staubgefässanlagen des äusseren Paares gleich dem der später auftretenden inneren 4, was um so mehr geschehen kann, als die letzteren eher kleiner als grösser sind, so geht

daraus sicher hervor, dass die Räume, welche vor den medianen Kelchblättern liegen, viel zu gross sind, als dass nur je eine Staubgefässanlage sie völlig ausfüllen könnte. Bei Iberis semperflorens und allen anderen von mir untersuchten Cruciferen erscheinen demgemäss in dem breiten Raume vor dem medianen Sepalenpaare 2 von einander scharf gesonderte Hügel, die Primordien der inneren Staubgefässe. Nach ihnen treten wieder an den langen Axen des immer noch ellipsoidischen Centralkörpers der Blüthe die 2 Karpiden auf, welche den Beschluss der Blüthenbildung ausmachen.

Im Grossen und Ganzen wiederholen die übrigen von mir geprüften Arten denselben Entwicklungsgang. Leichte Abwandlungen sollen hier noch eine kurze Erwähnung finden. Bei Arabis albida ist der Vegetationskegel im Verhältnisse zu den Grössen der Primordien, welche sich von ihm abgliedern, viel kleiner, so dass fl^{10} zwischen fl^{8} und fl^{7} oder allgemein fl^{n} zwischen fl^{n-2} und fl^{n-3} in Erscheinung tritt. Die Entwicklung jener kölbchenförmigen Gebilde, welche, wie wiederholt erwähnt, als Bracteolen gelten, unterbleibt hier vollkommen. Die aufsteigende Anlage der Kelchblätter ist bei dieser Pflanze besonders deutlich zu verfolgen. Die eigenthümliche Schutzvorrichtung der Inflorescenz von Iberis, durch die sich übereinander schichtenden vorderen Kelchblätter hervorgebracht, ist an Arabis albida nicht zu beobachten, wahrscheinlich weil ein reichliches weichhaariges Indument der weiter ausgebildeten Blüthen eine ähnliche Einrichtung nicht nothwendig macht, die bei der ganz kahlen Iberis zweckdienlich sein muss. Zur Zeit der Ausbildung der Staubgefässe verhält sich die lange Axe des ellipsoiden Blüthenbodens zur kurzen wie 4 : 3; dieser Quotient stellt nahezu dieselbe Grösse dar, welche für Iberis semperflorens gefunden wurde, daher wird das Auftreten der paarigen Staubgefässe vor den grossen äusseren Sepalen durch dieselben Bedingungen bewirkt.

Im Gegensatze zu Iberis ist der Blüthenstand von Arabis albida verzweigt, d. h. der Spross geht nicht unmittelbar in eine einzige Inflorescenz auf, sondern aus den obersten Laubblättern brechen nicht selten Lateralstrahlen hervor, welche ihrerseits wieder jene Corymben hervorbringen, die für alle Cruciferen charakteristisch sind. Die Zahl der an ihnen erscheinenden Blüthen ist bald grösser, bald kleiner, sie kann unter Umständen bis auf eine einzige herabsinken. Dann hat dieselbe ein eigenes Tragblatt, das sonst bei den Cruciferen gewöhnlich vermisst wird. Durch seine Anwesenheit wird die Blüthenanlage in keiner Weise verändert. Das erste Kelchblatt tritt vielmehr superponiert über dasselbe.

Bei Cheiranthus cheiri ist der Vegetationskegel ebenfalls relativ

klein, die Blüthe fl^n tritt wiederum zwischen fl^{n-2} und fl^{n-3}. Die transversale Dehnung des Blüthenkörpers gelangt bei der Betrachtung der geschlossenen Knospe durchaus nicht zur Wahrnehmung, im Gegentheil erscheint diese von fast quadratischem Umrisse. Es rührt dies daher, dass die beiden medianen Kelchblätter sich kappenförmig entwickeln, wobei dieselben in der Radialrichtung sich beträchtlich vergrössern. Erst wenn man einen Querschnitt durch die Knospe macht, ersieht man, dass andere Verhältnisse auch bei dieser Pflanze nicht obwalten, der Quotient zwischen langer und kurzer Axe ergiebt wiederum 4 : 3. Die beilförmige Gestalt der Knospe im oberen Theile ist von Bedeutung für den Schutz des Vegetationskegels, denn die sehr zahlreichen Blüthenanlagen schieben sich mit den scharfen Kanten innig und dicht in einander und bewirken einen vollkommen lückenlosen Verschluss.

Die Gattung Pringlea konnte ich an Alkoholmaterial, das durch Naumann von Kerguelensland in das Berliner Museum gelangt war, untersuchen. Diese Crucifere ist desswegen interessant, weil sie gewöhnlich apetal ist. Auch hier fand ich keine Abweichungen von dem beschriebenen Entwicklungsgange, d. h. also die Blumenblätter werden zur gleichen Zeit und in derselben Form wie sonst angelegt, nur kommen sie meist nicht zur Entwicklung. Indess habe ich doch an mehreren Blüthen das eine oder das andere ausgebildet gefunden. Diese Wahrnehmung wirft ein Licht auf die übrigen apetalen Formen, die unter den Gattungen Nasturtium, Lepidium, Cochlearia, Cardamine vorkommen. Ohne Zweifel werden darauf hinzielende Untersuchungen immer die ersten Anlagen der Blumenblätter nachweisen; wahrscheinlich wird aber eine eingehende Prüfung ebenso wie bei Pringlea noch die kleinen Rudimente an den fertigen Blüthen zeigen. Dass unter Umständen die 4 Blumenblätter als Staubgefässe erscheinen, ist eine von Capsella bursa pastoris L. bekannte Thatsache, man hat diese Form als C. bursa pastoris var. apetala decandra mit einem besonderen Namen belegt.

Jedenfalls ist das genauere Studium aller dieser Varianten, die sich bei gewissen Cruciferen, da sie constant zu sein pflegen, leicht auffinden lassen müssen, eine lohnende Aufgabe. Freilich ist die technische Behandlung der kleinen zarten Objekte im Anfange nicht ohne Schwierigkeiten; da die reichblüthigen und zahlreich zur Verfügung stehenden Inflorescenzen immer genügendes Material bieten, so kann man sich leicht durch einige Übung diejenige Fertigkeit verschaffen, welche endlich zum Ziele führt. Wenn man bei diesen Untersuchungen nicht unterlässt, die Contaktverhältnisse und die relativen Grössenzuwachse immer im Auge zu behalten, so wird es auch wahrscheinlich

gelingen, über die ursächlichen Bedingungen der Abwandlungen eine genauere Einsicht zu bekommen.

Wenn ich die Resultate meiner Beobachtungen mit denen der früheren Forscher vergleiche, so stehen sie miteinander theilweise im Widerspruche. So weit die behandelten Pflanzen dieselben sind, muss ich die abweichenden Erfahrungen für nicht richtig erklären, wenn es sich aber um Objekte handelt, die ich nicht nachuntersucht habe, so enthalte ich mich jeden Urtheiles, da ich weit davon entfernt bin, zu behaupten, dass unter allen Umständen immer dieselbe Ausbildung stattfinden müsste. Recht wohl denkbar bleibt für mich die Möglichkeit, dass unter anderen Contaktbedingungen auch andere Anlagefolgen auftreten können. Genau die gleichen Beobachtungen, die ich gemacht habe, zeichnete PAYER*) für Cheiranthus cheiri ab; besonders gilt dies von der aufsteigenden Anlage der Kelchblätter und der Dehnung des Vegetationskegels in die Quere, die allerdings recht deutlich erst an einem späteren Entwicklungsstadium der Blüthe (in Fig. 9) gesehen wird; aber schon in der vorhergehenden ist sie nicht zu verkennen. Für Cochlearia allerdings giebt er die medianen Kelchblätter als die zuerst entstehenden an.

Die Darstellungen der übrigen Autoren bezüglich der Anlagefolge der Sepalen kommen mit den meinen nicht überein. Was EICHLER's ausdrückliche Angabe, dass die Staubgefässe des zweiten Cyklusses durch Dedoublement entstehen, anbetrifft, so kann ich dieselbe für den Kreis meiner Erfahrung nicht bestätigen.

Gehe ich nun auf die theoretische Interpretation der Cruciferenblüthe zurück, so kann ich nicht sagen, dass die bisher durch die Autorität EICHLER's ausschliesslich zur Geltung gebrachte Vorstellung mit den Thatsachen, welche die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte zu Tage gefördert hat, im Einklange steht. Die Blüthe wird keineswegs im Kelche aus decussierten Paaren aufgebaut, von einer Spaltung der Staubgefässe des inneren Paares ist nichts zu bemerken, wirkliche Trag- und Vorblätter sind kaum, wie man sich ausdrückt, »typisch« zu ergänzen.

Wenn der Kelch in der That im frontalen und dorsalen Blatte die von jener Theorie geforderte Stellung zeigt, so ist dieselbe wenigstens für die von mir beobachteten Pflanzen durch nachträgliche Vorgänge zu Stande gekommen, hier ist eine wirkliche Metatopie eingetreten; soll demgemäss im Diagramme der wahre Sachverhalt zur Darstellung gelangen, so muss diese Correktur an der Beobachtung, welche die Knospen bieten, vorgenommen werden. Mit dieser Er-

*) PAYER Organogénie de la fleur, t. 44.

kenntniss wird die theoretische Ergänzung eines Vorblattpaares gegenstandslos. Wenn wir dem Diagramme eine andere Bedeutung beilegen, als die eines in vielen Fällen gewiss höchst geistvollen Spieles mit alternierenden Strichen und Punkten oder mit Gruppen von solchen, wenn wir in seinen Elementen wirklich reell wirkende körperliche Grössen erblicken, welche bestimmend die Lagerung der Glieder unter sich beeinflussen, so wird die Einschaltung eines seitlichen Blattpaares vollkommen übrig, denn bei einer aufsteigenden Folge in der Entstehung des Kelches können sie die Orte der Ausgliederung nicht bestimmen.

Die Einschaltung wäre mit gutem Grunde nur dann denkbar, wenn die Paare decussiert wären. Wie schon oben erwähnt wurde, können die keulenförmigen Körperchen an der Basis der Blüthe von Iberis semperflorens kaum für die Andeutung von Bracteolen gehalten werden, und wenn auch sonst wie bei den unteren Blüthen von Arabis albida zuweilen zwei seitliche Blättchen vorkommen, so giebt diese Wahrnehmung noch keinen stichhaltigen Grund, um nun allen Cruciferen diese Organe beizulegen. Normal sind die Blüthen der Cruciferen vor- und deckblattlose Sprosse d. h. es sind Zweige, bei welchen diese Gebilde, falls sie vorkommen, nicht als Contaktkörper die Anlage der folgenden Glieder bedingen. Ihre Ergänzung hat ebenso wenig einen Zweck, als wenn man für die Blüthen von Primula 2 seitliche Vorblätter hinzufügen wollte. Sie sollten auch nicht als abortiert betrachtet werden, so dass sie »als Ausweichsteine« die weitere Ausbildung beeinflussen, denn von einer derartig eingreifenden Aktion ist ein sichtbarer Erfolg nicht zu constatieren.

Die Frage, ob die Cruciferen phylogenetisch von einer Pflanzenform abgeleitet werden müssen, welche typisch decussierte Blattpaare in der Blüthe aufweist, ist für mich nicht lösbar. Es giebt wohl unter den Blüthen von dieser geforderten Beschaffenheit solche, bei denen im Kelche ganz die Reihe eingehalten wird, welche das gewöhnliche Cruciferendiagramm wünscht, z. B. Isnardia, Haloragis, wahrscheinlich auch Rhizophora; indess sind die Schlüsse, die man nach dieser Verbindung hin machen wollte, so wenig von einer gewissen Willkürlichkeit frei, dass die Resultate wohl keinen Anspruch auf wissenschaftliche Begründung haben können.

Bezüglich der Spaltung des sogenannten inneren Staubgefässpaares kann ich den Beobachtungen Wretschko's nur bedingungslos beipflichten. Wenn Eichler meinte, dass die eigenen Figuren dieses geschickten Untersuchers die Richtigkeit der Annahme eines Dedoublements bestätigten, so sehe ich in diesem Urtheile keine Entkräftigung der von Wretschko vorgetragenen Meinung, denn dieser sagte ganz bestimmt, dass er zugleich stets 2 Primordien auftreten fand. Die Voraussetzung,

dass das Dedoublement, falls sich, wie Eichler selbst zugab, ein Paar von Staubgefässanlagen zeigten, ein congenitales wäre, ist eben nur eine Concession an die Wretschko'sche Feststellung. Der Ausdruck congenitale Spaltung ist eine Contradictio in adjecto, denn damit eine Spaltung sich vollziehen kann, muss zuvörderst etwas da sein, was gespalten wird. Er entbehrt somit eines realen Inhalts und kann nur in transcendentalem Sinne, als Vorstellung gebraucht werden, wenn man bestrebt ist, »etwas mit den sonstigen Kenntnissen zusammen zu reimen«. Für mich entstehen die 2 Staubgefässe desswegen, weil der vorhandene Raum für die Anlage eines einzigen zu gross ist; wäre er noch umfangreicher, so könnten auch an Stelle eines Primordiums 3 oder 4 entstehen. Alle Staubgefässanlagen erscheinen als kreisförmig umschriebene Hügel. Der Durchmesser derselben wird bestimmt von dem Raume, der zwischen dem Kelchblatte und dem Centralkörper der Blüthe liegt, welcher noch keine Neubildungen hervorbringen kann.

Hat nun vor dem vorderen und hinteren Kelchblatte nur eine solcher Art in der Grösse determinierte Neubildung Platz, so entsteht wie bei didynamischen Lepidium-Arten nur ein Staubgefäss, haben zwei genügend Raum, so treten sie paarig auf, können sich noch mehr einfügen, so erscheinen sie in grösserer Zahl, wie wahrscheinlich bei Megacarpaea etc. Die Vielheit aber wird nur bedingt durch die Dehnung des Blüthenbodens in transversaler Richtung.

Warum nun in dieser Pleiomerie eine versteckte Spaltung liegen soll, dafür kann ich keine Gründe erkennen. Übrigens würde es mich nicht überraschen, wenn sich die Beobachtung bestätigen sollte, welche Eichler wiederholt gemacht hat, derzufolge nämlich zuweilen in der That anfänglich nur ein einziges Primordium vorhanden wäre. Die zwischen dem Centralkörper der Blüthe, der für die Anlage der Karpiden reserviert ist, und vor den medianen Kelchblättern liegenden Räume müssen durch die Neubildungen ausgefüllt werden, Lücken existieren in der Blüthe nicht. Sind nun die langen Axen derselben kürzer als die doppelte Länge der kurzen, so ist einleuchtend, dass zwei Primordien nicht gesondert auftreten können: dann muss sich ein ellipsoid gestaltetes Einzelprimord bilden, das erst nach genügendem Wachsthume in zwei Theile zerfällt. Ähnliche Erscheinungen habe ich bei den Polygonaceenblüthen wahrgenommen, wo auch gewöhnlich vor den grösseren Perigonblättern 2 getrennte Staubgefässanlagen sich zeigen, zuweilen indess tritt an Stelle derselben nur ein ellipsoid gestreckter Körper auf, der sich entweder furcht, oder, wenn er nicht gross genug ist, um die Spaltung zu erfahren, als einfaches Staubgefäss sich entwickelt. Die Glieder des äusseren Karpidenkreises von Butomus ferner erscheinen als ziemlich breite ellipsoidartige

Körper, die ebenfalls eine Furchung nachträglich erfahren; hier werden aber die beiden Theilprodukte nicht zu eigenen. Karpiden entwickelt, sondern sie bilden die beiden seitlichen Flügel von je einem derselben, die dann später durch eine vor ihnen gelegene Wucherung verbunden werden. Alle diese Processe scheinen mir mit dem Bauplane der Blüthen d. h. mit dem in die Gattung oder Familie hineingetragenen schematischen Typus nichts zu thun zu haben, sondern sind nur Vorgänge, welche aus der Natur jüngster Zellhügel mit physikalischer Nothwendigkeit sich entwickeln. Freilich kann ich gegenwärtig nur von Fall zu Fall auf diese Erscheinungen aufmerksam machen, die eine Mechanik des Vegetationskegels anbahnen mögen. Ich halte es aber für richtiger sie hervorzuheben, als dass alle diese interessanten, in den verschiedensten Familien vorkommenden Details wie bisher in der Fluth abstrakter Formulierungen versinken.

c. Die Blüthen der Capparidaceen.

Ich konnte aus dieser Familie drei Repräsentanten untersuchen, nämlich Gynandropsis pentaphylla DC., Dactylaena micrantha Schrad. und Capparis spinosa L. Die beiden erstgenannten standen mir in lebenden Pflanzen zur Verfügung, für die Prüfung der letzteren musste ich mich mit in Spiritus conserviertem Materiale begnügen. Ich untersuchte zunächst ein schwächlicheres, im Topfe cultiviertes Exemplar von Gynandropsis pentaphylla und fand dasselbe durch einen uhrglasförmigen, flach gewölbten Vegetationskegel von ziemlich beträchtlicher Ausdehnung abgeschlossen, an dessen Rande ich dieselbe Ausgliederung der Blüthenprimordien streng auf der Einerzeile verfolgen konnte, die ich für Iberis und die anderen Cruciferen beschrieben habe. Der Vegetationskegel wird von den Blüthen, die bereits ein höheres Mass der Entwicklung gewonnen haben, oder deren Aufbau bereits vollendet ist, überdeckt, so dass dieselben sich dicht an- und ineinander fügend einen vollkommenen Verschluss herstellen. Werden die Blüthenanlagen in aufsteigender Folge beziffert, so befindet sich fl^n aber nicht mehr im Seitencontakte mit fl^{n-3} und fl^{n-5} und als Vordercontakt funktioniert nicht mehr fl^{n-8}, sondern die Contaktbedingungen sind andere. Fasse ich z. B. in meiner Zeichnung Taf. V, Fig. 11 des Vegetationskegels von Gynandropsis die Blüthe fl^{14} ins Auge, so wird sie seitlich berührt von fl^6 und fl^9, während sie vorn an fl^1 anstösst, demgemäss liegt fl^n in Beziehung mit fl^{n-5} und fl^{n-8} sowie mit fl^{n-13}, der Rückencontakt wird aber wieder von dem Vegetationskegel gebildet. Diesen berühren in der Figur acht Blüthen, die neunte wird bereits aus ihrer Beziehung mit ihm gelöst; demgemäss sind

die höchsten Contaktzeilen, welche bis an denselben heran construiert werden können, die 5er und die 8er Zeile. Wir haben wieder eine Stellung vor uns, die durch die Divergenz nach dem Grenzwinkel 137° 30′ 28″ bedingt wird. Schon an einem solchen Bilde wird klar ersichtlich, dass die späteren $\frac{2}{5}$- oder $\frac{3}{8}$-Spiralen, welche je nach der Kräftigkeit der Sprosse an der entwickelten Pflanze in der Inflorescenz verfolgt werden können, keineswegs in der Anlage begründet sind. Diese Anreihungen der Blüthen müssen vielmehr erst durch spätere Wachsthumsvorgänge zu Stande gebracht werden, denn fl^1 und fl^{14}, sowie fl^2 und fl^{15} liegen durchaus nicht in orthosticher Stellung übereinander, sondern sind um einen erheblichen Winkel gegeneinander verschoben, so dass die Blüthe mit höherer Ziffer bei unserer Inflorescenz links von der Linie, welche durch fl^1 und den Vegetationskegel geht, also der Orthostiche sich befindet. Die $\frac{2}{5}$-Stellung würde aber bedingen, dass bereits fl^6 über fl^1 etc., die $\frac{3}{8}$-Stellung, dass schon fl^9 genau über fl^1 zu stehen käme. Auf die Ursachen der späteren Verschiebung brauche ich hier um so weniger einzugehen, als dieselben in der neueren Zeit unter Anleitung SCHWENDENER's ebenso geistvoll wie gründlich beleuchtet worden sind.

Ich habe später auch noch sehr kräftige Exemplare dieser Pflanze, welche im Freien cultiviert wurden, untersucht und gefunden, dass bei solchen der Vegetationskegel relativ beträchtlich umfangreicher war. In demselben Masse waren aber auch die Blüthenprimordien ein wenig grösser und die Folge war die, dass in den Contakten keine Änderung stattfand, und auch hier war fl^{17}, die höchste Zahl, welche ich beobachtete, in Berührung mit fl^{12} und fl^9, im Vordercontakte mit fl^4. Bei einem besonders starken Stocke aber sah ich doch, dass die Blüthe fl^{28} zwar auch zwischen fl^{23} und fl^{20} und fl^{15} lag, aber die Zahl der den Vegetationskegel berührenden Primordien war so gross, dass ich schon 10 von den 13er Zeilen bis zu ihm fortführen konnte. Offenbar bereitete sich hier die Einleitung dafür vor, dass die Blüthe fl^n in Contakt mit fl^{n-8}, fl^{n-13} und fl^{n-21} treten sollte.

Ein anderer sehr kräftiger Stock zeigte einen quer über den Vegetationskegel verlaufenden kammförmigen Höcker, der ohne Zweifel dadurch zu Wege gekommen war, dass die Kappe des Vegetationskegels schneller wuchs als die randlichen, bereits mit Blüthen bedeckten Flanken der Sprossspitze. Eine solche Oberflächenveränderung hatte auf das Arrangement der Blüthen keinen bemerkbaren Einfluss, soweit die Contaktzeilen keine Verschiebung erfahren hatten. Also auf den Abhängen des Kammes wurde die alte Ordnung regelmässig weiter fortgeführt; Störungen und Verschiebungen traten nur dort ein, wo die Schneide in die Blüthenanlagen verlief.

Bezüglich der Anlagebedingungen für die neuen Primordien lassen sich genau dieselben Beobachtungsreihen verfolgen, die ich an Iberis semperflorens zu schildern versucht habe. Durch das Wachsthum des Sprosses in die Dicke rücken die Primordien allmälig auseinander, zugleich erhebt sich dasjenige, welches für die Neubildung den Vordercontaktkörper ausmachen wird, durch Entwicklung eines Blüthenstieles über den Vegetationskegel. In die Lücke, welche durch die Auseinanderrückung entstehen müsste, tritt der jüngste Blüthenkörper. In sofern herrscht nur bei Gynandropsis pentaphylla gegen alle Cruciferen ein erheblicher Unterschied, als das erste Blatt, welches sich an dem Primordium entwickelt, nicht in den Kreis der Blüthenphyllome gehört, sondern ein äusseres stützendes Blatt der Blüthe darstellt. Untersucht man einen Blüthenstand, der bereits weiter entwickelt ist, so lässt sich dieses Blatt von einem gewöhnlichen Tragblatte nicht unterscheiden. Ohne Zweifel können beide Arten von Organen nicht unmittelbar äquivalent gesetzt werden, da das Stützblatt von Gynandropsis ein Produkt des Blüthenprimordiums ist und nicht aus der Axe der Inflorescenz hervortritt. Es erscheint genau unter denselben Bedingungen wie das erste Kelchblatt in den Cruciferenblüthen, also dort, wo die Blüthe den Vordercontaktkörper berührt. In der Fig. 11 auf Taf. V sind die Tragblätter der Blüthen, mit Ausnahme bei fl^{10}, nicht wahrnehmbar; sie liegen unterhalb der Blüthen und können nur dadurch sichtbar gemacht werden, dass die ganze Inflorescenzspitze auf den Kopf gestellt wird.

Nachdem das Tragblatt entstanden ist, hebt sich das Blüthenprimordium wieder auf der Aussenseite, so dass es nach dem Centrum der Inflorescenz zu abschüssig wird, und nimmt vierlappige Gestalt an (Taf. V, Fig. 11 zeigt wieder die verschiedenen Stadien der Entwicklung). Es passt sich dabei ganz genau seiner Umgebung an, der eine Zipfel liegt nach aussen, zwei seitlich, der vierte berührt noch zwischen zwei jüngeren Anlagen ein wenig den Vegetationskegel, wenn er auch schon so weit zurückgetreten ist, dass zwischen beiden Blüthen die Lücke, in die ein neues Blüthenprimordium sich einfügen soll, sichtbar wird. Dabei sind die Contaktkörper für fl^{n} folgende: der vordere Zipfel liegt in der Lücke zwischen fl^{n-8} und fl^{n-5}, die Seitenflügel befinden sich zwischen fl^{n-5} und fl^{n+8} und fl^{n-8} und fl^{n+5}, der innere Zipfel zwischen fl^{n+8} und fl^{n+5}; wir sehen also, dass die Glieder der Contaktzeilen sich immer wieder von neuem als die wirksamen Faktoren erweisen.

An diesen 4 Ecken bilden sich nun in sehr deutlicher vorschreitender Folge von aussen nach innen die 4 Kelchblätter. Das erste entsteht ausser Contakt mit dem Stützblatte, superponiert über ihm,

dann folgen die zwei lateralen, endlich das innere. Diese Beobachtung stimmt vollkommen mit den Wahrnehmungen überein, die Payer bereits von Polanisia graveolens DC. mitgetheilt hat. Nach den simultan in den Lücken zwischen den Kelchblättern erscheinenden Blumenblättern tritt wiederum die transversale Dehnung des ganzen Blüthenkörpers ein; als eine Folge dieser Streckung sehe ich alsdann das Auftreten der 2 transversalen Staubgefässe an. Die beiden medianen Paare stellen sich erst dann ein, wenn durch eine hinlänglich grosse Gewebeeinschaltung zwischen dem Centralkörper der Blüthe und den medianen Kelchblättern genügender Raum für die Anlage derselben geschaffen worden ist. Je nach der Tiefe des Raumes erscheinen bei anderen Gattungen mehr als zwei Staubgefässanlagen. Ist derselbe nur schmal, so können die Durchmesser der im Umfange kreisförmigen Hügel nur klein sein, und dann haben ihrer eine grössere Zahl neben einander Platz; bei Polanisia*) treten vor dem vorderen Kelchblatte 4 auf, vor dem hinteren Sepalum aber, wo die Besetzungsfläche tiefer ist, kommen Staubgefässanlagen mit grösserem Durchmesser zum Vorscheine, desswegen haben nur 2 derselben Platz neben einander. Bei Cleome spinosa L., die ich zu prüfen Gelegenheit hatte, dagegen herrscht wieder das Verhältniss von Gynandropsis, doch sehe ich aus Payer's Figuren, dass unter Umständen an Stelle von 2 hinteren Staubgefässen zuweilen nur Platz für ein Primordium vorhanden sein kann, das sich zuweilen noch furchen dürfte, manchmal aber als einheitliches Gebilde weiter wächst. Dass an der nach rückwärts gekehrten Seite der Blüthe in manchen Fällen weniger Staubgefässe auftreten wie vorn, ist bestimmt die Folge einer bereits bei den Cruciferen, z. B. bei Cheiranthus cheiri, zu beobachtenden Verjüngung des Blüthenbodens in dieser Richtung, die offenbar mit dem engeren Raume, den die höher inserierten Blüthen zwischen sich lassen, im Zusammenhange steht. Alle diese Verhältnisse sind nichts für die Familie typisches, sondern können in gewissen Grenzen nicht blos von Gattung zu Gattung, sondern selbst in einer Art variiren, worüber spätere Untersuchungen ein viel umfangreicheres Belagmaterial liefern werden, als ich es selbst vorzuführen im Stande bin.

Über die Anlage der 2 Karpiden ist weiter nichts zu sagen, als dass sie dem quergestreckten Vegetationskegel entsprechend transversal statt hat.

Die Entwicklung der sehr kleinblüthigen Capparidacee Dactylaena micrantha Schrad. lehnt sich in den ersten Phasen ganz an die von Gynandropsis pentaphylla an. Nur sind die Contakt-

*) Payer Organogénie de la fleur t. 42 und 43.

körper dem kleineren Vegetationskegel entsprechend niedriger zu beziffern, d. h. sie stehen in der Zahlenfolge der Ziffer des jüngsten Primordiums näher. Ein Tragblatt wird hier aber nicht ausgebildet und in sofern schliesst sich die Pflanze enger an die Cruciferen an. Die Kelchanlage ist wieder aufsteigend und die Blumenblätter erscheinen ebenfalls simultan. Eine erhebliche Abweichung liegt aber darin, dass zuerst vor dem kreisförmig umrissenen Centralkörper der Blüthe auf einer sehr tiefen Besetzungsfläche ein grosses Staubgefässprimordium erscheint, nach ihm treten zwei beträchtlich kleinere seitliche und endlich zwei nach rückwärts gelegene als ganz minutiöse Hügelchen hervor. Diese Differenz wird während der weiteren Entwicklung bewahrt, ja durch die äusserst rapide und umfangreiche Zunahme im Wachsthume des vorderen noch gesteigert. Es ist schliesslich das einzige fertile Glied im Androeceum, während die anderen als winzige Staminodien in der Blüthe sich kenntlich erhalten.

In selten vollendeter Form kann bei den Capparidaceen gezeigt werden, dass der Anschluss der Blüthe sich nicht nach einem construktiv gewonnenen idealen Bauplane, sondern nur gemäss den vorliegenden Contaktbedingungen vollzieht. Sobald an der bisher gefundenen Stellung der Blüthen am Vegetationskegel nicht mehr festgehalten wird, ändert sich sogleich der ganze Ausbildungsmodus. Die Gattung Capparis ist dadurch ausgezeichnet, dass der Vegetationskegel der Inflorescenz sich hoch kegelförmig über die jüngeren Anlagen erhebt, hier herrschen also dieselben Verhältnisse, welche uns bei den Liliaceen und anderen Monocotylen vielfach begegnet sind. Das Tragblatt der Blüthen gliedert sich wie die Blätter der Laubsprosse aus und in seiner Achsel erscheint ein Primordium, welches dem vorhandenen Raume zwischen Tragblatt und Axe entsprechend von transversal gedehnter, ellipsoider Form ist. Ehe sich an dem Primord die Kelchblätter entwickeln, entstehen am Blattgrunde zwei blattähnliche Gebilde, bei welchen ich einen Zusammenhang mit dem Vegetationskegel des Achselproduktes nicht nachzuweisen vermochte: entweder besteht derselbe überhaupt nicht oder das Material war nicht geeignet, um denselben wahrnehmen zu lassen. Wie dem nun auch sein mag, ob die Körper, welche später zu den nach unten gekrümmten hakenförmigen Stacheln sich umbilden, wirklich dem Primord zugehören oder nicht, sie wirken als Contaktkörper für die Ausgliederung der Sepalen. Dem am Grunde der Stacheln in radialer Richtung sich vollziehenden Wachsthume gemäss dehnt sich der junge Blüthenkörper median und legt vorn und hinten je ein Kelchblatt an, auf welche dann nach einer neuen Dehnung wiederum in senkrechter Richtung das zweite Paar folgt. Jetzt hört aber, durch

welche Ursachen ist nicht bekannt, die succedane Anlage von Phyllomen auf; die 4 folgenden Blätter entstehen vielmehr simultan und treten in die Lücken zwischen den Elementen der 2 vorhandenen decussierten Paare. Ehe sie sich aber zeigen, steigt bereits der Vegetationskegel, der im Umfange kreisförmigen Querschnitt gewonnen hat, buckelförmig in die Höhe, plattet sich dann nach der Bildung der Blumenblätter ab und schnürt sich unterhalb der Platte ein. Die letztere wird später röhrenförmig umwallt und am Grunde des Cylinders gliedern sich die Karpiden aus. Der domförmige Körper aber, welcher zwischen dem Karpidcylinder und der Blüthenbasis sich befindet, erzeugt zunächst oben 4 Staubgefässanlagen, zwischen welchen 4 neue auftreten, und dann bilden sich absteigend in Achterwirteln immer weitere Schichten von Staubgefässen aus.

Gerade wie Capparis spinosa dürften sich der Entstehung nach wohl viele Cappareen, bei welchen im Gegensatze zu den Cleomeen der Blüthenstand nicht corymbös gestaucht ist, verhalten; andere werden, wie wenigstens die Form der Inflorescenz vermuthen lässt, sich ähnlich den Cleomeen entwickeln, z. B. mehrere Arten von Thylachium, Steriphoma, Nibuhria, Maerua etc., aber auch einige Arten von Capparis. Wieder anders könnte der Ausbildungsmodus bei den Arten von Capparis sein, welche durch serial geschaarte, absteigend angelegte Blüthen gekennzeichnet werden, z. B. C. oxyphylla Miq., C. multiflora Hook und Thoms.

Trotzdem, dass ich nur wenige neue Daten zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte der Capparidaceenblüthe beigebracht habe, die Grundzüge vielmehr durch Payer's schöne und gründliche Untersuchungen bekannt waren, hat doch die formale Morphologie, ohne Berücksichtigung der letzteren, in allen Capparidaceen denselben Grundplan des Aufbaues anzunehmen für gut gehalten. Die Verschiedenheit in den zwei Gruppen, in derjenigen, bei welcher die Blüthenanlagen in grosser Zahl tragblattlos an einem flacheren Vegetationskegel erscheinen, und in derjenigen, wo ein kegelförmiger Körper erst Blätter ausgliedert, in deren Achseln die Blüthen auftreten, ist aber zu gross durch alle Entwicklungsphasen, als dass ich der Vorstellung von einem einheitlichen Bauplane beipflichten könnte. Man hat auf die aufsteigende Anlage der Kelchblätter, welche Payer an der Blüthe von Polanisia beobachtet hat, überhaupt keine Rücksicht genommen, und hat, wie mir dünkt ohne Berechtigung, die Androeceal-Bildung auf ein Dedoublement von 4 Staubblättern zurückgeführt. Nur auf Grund dieser Verbesserungen ist man dann im Stande gewesen, den einheitlichen Bauplan zu construieren. Die Vornahme ist besonders für Capparis gewiss sehr gewagt; ich weiss nicht wie

man aus dem Auftreten von 2 Viererquirlen und der folgenden regelmässigen Einschaltung von Achterquirlen eine Spaltung herausfinden kann; ein einheitliches Gebilde, in dem dieselbe stattfinden sollte, ist nicht vorhanden.

Ich erkenne vielmehr in den Capparidaceen, welche durch ihre Merkmale eine Familie darstellen, die zwar Übergänge zu den Cruciferen und auch zu den Papaveraceen besitzt, aber doch im Ganzen gut begründet ist, zwei Formen der Anschlüsse, die beide durch die Contaktverhältnisse mechanisch genügend erklärt werden. Die eine, durch Capparis spinosa vertreten, ist von decussiertem Bau, der wahrscheinlich, wie bei Emblingia und sehr selten bei Capparis selbst, durch den pentameren abgelöst werden kann, eine Erscheinung, die, wie wir unten sehen werden, wahrscheinlich von der Form des Vegetationskegels abhängig ist. So weit die Aktinomorphie bei decussierten Blüthen zur Darstellung gelangen kann, weist die Blüthe aktinomorphen Bau auf. Der andere, durch die Cleomeen repräsentiert, schliesst sich eng an den Entwicklungsmodus der Cruciferen an und zeigt eine ausgesprochene Neigung zur Medianzygomorphie.

d. Die Blüthen der Nymphaeaceen.

Ich habe Mitte Oktober einen reichlich blühenden Stock der Victoria regia Hk. f. untersucht und alle Entwicklungszustände der Blüthen aufgefunden. Entfernt man von dem Stocke die äusseren Blätter und weiter vorgeschrittenen Blüthen, so gelangt man endlich an das terminal gelegene Herz desselben, welches ringsum von bräunlich fleischrothen Scheiden umhüllt wird, die mit 2 stark vorspringenden Kielen versehen sind und zweispitzig enden (Taf. V, Fig. 12 *stp*). In der Mitte der Fläche zwischen den beiden Längsvorsprüngen sitzen am Grunde die Blätter *f*, deren Spreitentheil mit allwärts gerichteten starken Stacheln auf dem Rücken besetzt ist, während diese an dem Blattstiele nach unten gekehrt sind. Der letztere ist an der Basis stark verdickt und hat hier in seiner Mitte eine längs gestellte, ellipsoide Vertiefung, aus der eine grosse Zahl in mehrere (3—4) Längsreihen geordneter, weisser, dann rosenrother Wärzchen hervorspriessen, die später einen reichen Wurzelcomplex bilden. Unterhalb dieser Verdickung ein wenig zur Seite geschoben, stehen die Blüthen *fl*, deren Stiel und Fruchtknoten ebenso wie die Blätter bestachelt sind. Die Knospenlage der Kelchblätter ist die gewöhnlich an Nymphaea zu beobachtende: ein Blatt und zwar das vordere liegt ganz aussen, zwei seitliche werden von ihm übergriffen, beide umfassen mit den freien

Rändern das hintere, welches an seiner Spitze regelmässig von einigen der vorderen und seitlichen zahlreichen Blumenblätter überdeckt wird. Bei den älteren Knospen hat es nicht selten den Anschein, als ob das vordere Kelchblatt zu den Radialebenen durch den Gipfel des Stockes schief gestellt wäre, bei jüngeren Anlagen, wo die Disposition zweifellos festgesetzt werden kann, steht es immer genau von der Hauptaxe abgewendet. Zu den Blättern unterhalb der Blüthenknospe hat dieselbe keine so bestimmte Lage, dass sie etwa als Axillarspross angesehen werden könnte, sie liegt ungefähr zwischen den Insertionsstellen der nächst niederen Blätter, wie aus der regelmässigen Spiralanordnung derselben, die in dem vorliegenden Falle nach der 5er- und 8er-Zeile disponiert waren, hervorgeht. Wenn sich nämlich die Blüthe ungefähr unterhalb des nächst höheren Blattes (nicht in der Reihenfolge der Blattspirale, sondern dem Orte nach) befindet, so kann sie nicht in der Achsel eines unteren Blattes stehen, weil das obere Blatt der Anlage nach zwischen jene beiden gestellt ist. Die Blüthe muss somit ebenfalls zwischen den unteren Blättern, nur höher inseriert ihren Platz haben.

Ich trug nun alle jüngeren Blätter und Blüthen vorsichtig nach einander ab, bis ich den Vegetationskegel frei übersehen konnte, um über die Anlagefolge der Organe ins Klare zu kommen. Das nächste Ergebniss war, dass sich die Scheiden, die an den älteren Blättern die Spreite weit überragten, allmälig verkürzten und endlich kleiner wurden als diese: sie stellten jetzt zwei häutige Anhänge zu beiden Seiten derselben dar, die vor der Spreite mit einander in Verbindung standen. Am Vegetationskegel selbst sah ich die Blätter als niedere schwach gekrümmte, dreikantige Höcker erscheinen, die bald dreilappig wurden (Taf. V, Fig. 13 pr^3), wobei der mittlere Theil die Seitenlappen überwuchs, während die letzteren endlich vor dem mittleren verschmolzen und die Scheiden bildeten. Es kann nach dieser Entwicklung kein Zweifel sein, dass die fleischrothen Scheiden als Nebenblätter zu betrachten sind.

Verfolgt man nun die Blattanlagen, die man am Vegetationskegel beobachten kann, in ihrer Stellung, so sieht man, dass sie spiral angelegt werden, wobei der Winkel, um den sie divergieren *), aus den

*) Mir ist nicht bekannt, dass schon früher die Vorgänge am Vegetationskegel von Victoria regia geprüft worden sind. SEYDEL hat zwar eine Entwicklungsgeschichte der Victoria regia veröffentlicht (Nov. act. nat. cur. 1870 p. 1), die indess auf diese Verhältnisse nicht Bezug nimmt. Über die anatomischen Mittheilungen steht mir ein Urtheil nicht zu, was aber die morphologischen anbetrifft, so sind sie nicht sehr vollständig, beschränken sich hauptsächlich auf die Blattstellung am fertigen Sprosse und sind sonst wenig eingehend. Die Natur der Hüllblätter

Messungen der Richtungsunterschiede von 5 Organen 136° 8′ ergab. Dieser Werth stimmt mit dem Grenzwerthe bis auf wenig mehr als 1° überein.

Fasst man die Fig. 13 auf Taf. V genauer ins Auge und verfolgt man die Blattanlagen nach ihrer Grösse, so sieht man, dass dort, wo das 5te Blatt erwartet werden müsste, kein solches erscheint, sondern ein fast uhrglasförmiger Körper oder ein nur schwach sich verjüngender Kegel pr^5 mit abgerundeter Spitze. Vergleicht man ihn mit den übrigen Gebilden, die den Vegetationskegel umgeben, so erkennt man sogleich, dass derselbe kein Blattprimordium sein kann, sondern eine junge Blüthe ist. Wird die Stellung der Blüthen rückwärts verfolgt, so sieht man, dass die vorhergehenden ebenfalls nach derselben Spirale angereiht sind. Die 4 Blüthen divergieren unter sich um denselben Winkel von einander, wie die 4 Blattanlagen unter sich. Man beobachtet ferner, dass je ein Blatt in unmittelbarer Nachbarschaft der Blüthe und zwar oberhalb derselben, nicht genau superponiert, sondern um einen kleinen Winkel, 8 — 10°, schief zu ihm orientiert gelegen ist: also bereits in der frühsten Anlage nehmen wir dieselben Beziehungen zwischen ihnen wahr, welche die späteren Zustände, von denen wir ausgegangen sind, aufwiesen. Geht nun die Spirale der Blüthen links herum, wie im vorliegenden Falle, so verläuft auch die Verbindungscurve der Blätter in gleicher Richtung. Der Stock von Victoria regia wird also von 2 Spiralen umkreist, die gegen einander um 8—10° divergieren, wobei die bezüglichen Blätter zu den vorher entstehenden Blüthen rechts oben liegen.

Diese Ausgliederung der Blüthen und Blätter bei der Victoria regia verdient in doppelter Hinsicht unsere volle Beachtung, erstens nämlich sehen wir, dass die Blüthen als echt extraaxilläre Sprosse im Verlaufe der Einerzeile aus dem Vegetationskegel hervortreten, und zweitens, dass die Neubildungen immer als Paarlinge in der weitesten Lücke, die sich zwischen den vorhandenen Organen aufgethan hat, einstellen. Dabei ist noch zu bemerken, dass die zwei Organe nicht

ist ihm nicht klar geworden, denn er scheint sie als besondere Blätter anzusehen, in deren Achseln je »eine Blüthe und ein dazu gehöriges Blatt, die um 100° divergieren«, sich befinden! Seine Ansicht über die Verwandtschaft, der zufolge die Nymphaeaceen wegen der Keimung, Blattentwicklung und Anatomie des Stammes zu den Monocotylen zu stellen sind, eine auch schon früher vertretene Meinung, dürfte nicht Zustimmung finden. Ich habe nicht die Überzeugung gewinnen können, dass es nothwendig sei, sie von den Dicotylen auszuschliessen; will aber, da mich die Discussion über ihre Verwandtschaft mit den Alismaceen, bei der ausserdem noch die Cabombaceen und Ranunculaceen in Betracht gezogen werden müssen, zu weit führen würde, von einer weiteren Besprechung der sehr interessanten Frage an dieser Stelle Abstand nehmen.

simultan erscheinen, sondern dass zuerst das tiefer inserierte Primordium und nachher das benachbarte Primordium sichtbar wird. Ohne Zweifel geht dem Auftreten des über pr^5 gelegenen Blattprimordiums noch eine Dehnung und Weitung des Raumes zwischen ihm und pr^3 voraus, wenigstens glaube ich auf einen solchen Vorgang nach der Grösse der Entfernung zwischen pr^4 und pr^2 schliessen zu müssen. Eine ähnliche Thatsache ist bis jetzt an den Vegetationskegeln noch nicht bekannt geworden und sie dürfte desswegen ein gewisses Interesse in Anspruch nehmen.

Die sehr lockere Disposition von Blüthen und Blättern an der Sprossspitze der Victoria regia bleibt bei der ferneren Entwicklung des Stockes vorläufig gewahrt. Die Blüthenanlage befindet sich nicht in irgend einem Contakte mit Nachbarorganen, die einen bestimmenden Einfluss auf die Ausgliederungsweise der Blätter an ihr ausüben könnten. Der kurzkegelförmige Körper, den das Primordium der Blüthe darstellt, erhebt sich und vergrössert sich, so dass er zunächst halbkugelförmige Gestalt annimmt, dann wird er zu einem kegelförmigen Zapfen mit ziemlich steilem Mantel, der endlich durch eine Kugelkappe an der Spitze gekrönt wird. Bald schwillt der obere Theil an und gewinnt die Form einer oben etwas abgeplatteten Kugel. Nun erscheinen äusserst schnell hintereinander 4 Blattprimordien, ein vorderes zuerst, dann zwei seitliche, endlich ein hinteres. Ich habe dieselbe Art der Entstehung auch bei Payer für Nymphaea alba L. bis auf eine unten zu erwähnende Abweichung angegeben gefunden, schliesse aber aus der zuweilen variablen Deckung der Kelchblätter an der weissen Seerose, dass entweder die Reihenfolge in sofern nicht streng innegehalten wird, als alle 4 simultan auftreten, oder dass, wie ich bei den Cruciferen gezeigt habe, das hintere Blatt schneller wachsen könnte, als die übrigen. Da dieses nicht immer das zweite ganz äussere ist, sondern auch andere Deckungsverhältnisse vorkommen, so dürfte wohl die simultane Ausgliederung ein nicht selten zu beobachtender Modus der Anlage sein, indess können über diesen Punkt nur fernere Untersuchungen Aufschluss gewähren.

Nachdem die Kelchblätter von Victoria regia erschienen sind, treten in den Lücken derselben winzige Höckerchen auf, die etwa ein Achtel der Peripherie umklaftern, die ersten Blumenblätter. Zwischen ihnen zeigen sich dann weitere, nun aber nicht 4, sondern da der Raum, den sie an der Insertionsstelle einnehmen, nur halb so gross ist, wie der der vorigen, in der doppelten Zahl. Auf den ersten 4er-Quirl und den zweiten 8er-Quirl folgen weitere der letzteren Art, wobei die folgenden Primordien immer in die Lücken der voraufgehenden eintreten. Dabei wächst der Fuss, welcher alle diese Gebilde

trägt, wallartig um das freie Centrum der Blüthe empor und giebt Veranlassung zu der perigynen Insertion. Auf dem so entstehenden basalen, immer von neuem durch intercalares Wachsthum freien Raum schaffenden Ringe gliedern sich fortgesetzt neue Wirtel aus, die aber endlich zu Staubgefässprimordien werden.

In dieser Zeit wölbt sich der Scheitel der Blüthe soweit vor, dass er den freien Raum, der durch die wallartige Umzingelung gebildet worden ist, vollkommen ausfüllt. Die Karpiden treten nun zwischen dem Scheitel und dem letzten Staminalwirtel auf und scheinen der Anlage nach von dem Verhalten, welches Payer für Nymphaea nachgewiesen hat, nicht abzuweichen. Der Knopf, welcher den Innenraum der Blüthe ausfüllt, hält nun nicht mehr gleichen Schritt in seinem Wachsthume mit der Vergrösserung des Umfanges der Blüthe, er bleibt an Grösse zurück und bildet jenen kräftigen Kegel, der in der Blüthe der Victoria regia zwischen den Karpiden so stark in die Augen fällt, der aber als schwache Andeutung auch bei den Nymphaeen zu erkennen ist. In demselben Masse aber, als sich zwischen ihm und den Karpidenanlagen eine freie Strecke bildet, wachsen die Karpellränder nach, so dass sie schliesslich wie Strahlen vom Mittelpunkte der Blüthe bis zum Rande des Gynoeceums verlaufen.

Es liegt nun nahe, einen Vergleich der Blüthenentwicklung zwischen den soeben erwähnten Gattungen der Nymphaeaceen zu ziehen. Wie ich mich an einem Stocke der Nymphaea coerulea L. überzeugt habe, ist die erste Anlage der Blüthen in beiden Geschlechtern gleich, nur dass die Stipeln der Nymphaeen sehr viel weniger entwickelt sind, wie an der Victoria. Während aber der Vegetationskegel der letzteren vollkommen kahl und vortrefflich zu übersehen ist, macht eine äusserst üppige Trichombekleidung und ein reichlicher Schleimerguss den der ersteren zu einem äusserst schwierig zu behandelnden Objekte.

Ich möchte die Vermuthung aussprechen, dass die geringe Entwicklung der Nebenblätter mit der Behaarung in einer gewissen Correlation steht, zumal bei Nuphar, wo die Stipeln ganz fehlen, eine ebenso üppige, vielleicht noch stärkere Bekleidung gefunden wird.

Die Blüthen beider Gattungen können mit einem Blatte als Tragblatt nicht in Beziehung gesetzt werden, da unterhalb derselben kein Blatt steht und die Entwicklungsgeschichte ihre Natur als extraaxilläre Sprosse gezeigt hat. Wollte man (Taf. V, Fig. 13) das pr^5 mit dem darunter stehenden Blatte pr^{-1} in Verbindung bringen, indem man eine verspätete Anlage postuliert, so müsste man ausserdem eine in der entgegengesetzten Richtung der Spirale sich vollziehende seitliche Verschiebung um ca. 50° annehmen. Wer derartige Correkturen

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

für erlaubt ansieht, der wird auch die axilläre Stellung der Blüthen trotz aller sonstigen Abnormitäten sich zurecht construieren können. Wie gewöhnlich stellt sich bei ihr das erste Blatt von der Hauptaxe abgewendet, die übrigen folgen in aufsteigender Reihe. Nach PAYER's Untersuchungen, die ich an wenigen Blüthen von Nymphaea geprüft habe, ist die Anlagefolge bei Nymphaea mit der von Victoria übereinstimmend, nur habe ich die von ihm behauptete Sonderung des hinteren Kelchblattes in 2 Primordien weder an der einen noch an der anderen Pflanze constatieren können. Auch die weitere Entwicklung dürfte nur in sofern abweichend sein, als die folgenden Primordien nicht an einem wallartigen Körper absteigend, sondern an einem gewölbten aufsteigend auftreten. Dass in beiden Fällen die acropetale Folge keine Durchbrechung erfährt, brauche ich wohl kaum zu bemerken.

Die deckblattlose Blüthe von Nymphaea ist für die vergleichenden Morphologen immer ein Stein des Anstosses gewesen, den man durch theoretische Interpretationen aus dem Wege zu räumen versuchte. CASPARY, der vorzügliche Kenner der Seerosen, hat der Blüthe nicht blos ein Tragblatt, sondern auch zwei Vorblätter zu verschaffen gesucht. Dass Nymphaea ein solches besitzen müsste, ging ausser der ganz allgemeinen Annahme, dass alle Blüthen axillär sein müssten, daraus hervor, dass Nuphar am Ende des Blattstieles ebenfalls ein Tragblatt aufweisen sollte. Ich habe nun zwar mit grösster Sorgfalt nach ihm gesucht, es aber ebenso wenig wie bei Nymphaea und Victoria finden können. Es ist zuerst von TRÉCUL als ein äusserst schmaler Hautrand beschrieben worden, der »mitunter kaum merklich« ist. Das Rhizom, welches ich untersuchte, zeigte an zahlreichen Blüthen keine Spur davon, auch die jüngsten Anlagen wiesen mir kein Deckblatt auf.

Um nun ein Tragblatt für die Blüthe zu beschaffen, hat CASPARY das erste Blatt, hier also ein Kelchblatt, welches wie bei allen ebracteaten Sprossen von der Axe abgewendet steht, als solches angesehen. Folgt man dieser Anschauung und legt man keinen Werth darauf, dass dieses Blatt an der bereits vorhandenen Blüthenaxe erscheint, so werden durch die Interpretation allerdings die deckblattlosen Zweige sämmtlich eliminiert. Das Blatt soll nun mit seinem Achselsprosse in die Höhe gehoben worden sein; CASPARY führte als Beweis für die Richtigkeit seiner Meinung den Umstand an, dass zuweilen dasselbe an dem Blüthenstiele von der Blüthe entfernt angeheftet vorkäme. Mit Recht hat EICHLER auf die geringe Stichhaltigkeit dieses sogenannten Beweises hingewiesen, indem er sagte, dass man in dieser Erscheinung »eine antholytische Verschiebung erblicken könne«.

Wir befinden uns eben hier, wie bei so vielen Fragen der comparativen Morphologie, im Dilemma. Die von Caspary angenommenen Emporhebungen kommen zweifellos in so grosser Zahl vor, dass es überflüssig ist, Beispiele zu nennen. Mir ist aber völlig unbekannt, dass die Blätter jemals aus dem Sprossprimordium direct, so spät und in so erheblicher Entfernung von der Basis entständen. Bei allen derartig emporgehobenen Blättern reitet der normal angelegte Achselspross im Grunde des Tragblattes ganz oder theilweise auf dem letzteren und die Emporhebung wird durch intercalare Einschaltungen zwischen der Hauptaxe und der Knospe bewirkt.

Die zwei seitlichen Blätter der äusseren Hülle einer Nymphaea-Blüthe sieht Caspary für zwei Vorblätter an, das letzte hintere Blatt betrachtet er als ein morphologisch nicht charakterisierbares Ergänzungsblatt, das nur die Bestimmung hat, die grosse Lücke zwischen den beiden Vorblättern zuzustopfen. Trotzdem dass das Organ also ein Lückenbüsser im wahren Sinne des Wortes ist, und in dem »Bauplane« der Blüthen, wie ihn Caspary sich denkt, nur ein Nothbehelf ist, wirkt es morphologisch doch wieder andererseits als ein nothwendiges Glied, um den ferneren tetrameren Aufbau formal zu erklären.

Offenbar führt das Verlangen, in die Blüthe von Nymphaea ein Tragblatt hineinzuconstruieren, zu bedenklichen Consequenzen, denen selbst Eichler, der doch ganz auf dem Boden der formalen Betrachtungsweise mit ihren Hülfsconstruktionen stand, nicht mehr zuzustimmen vermochte. Es ist zweifellos möglich, jedem Einwande, den man gegen diese Deutung erhebt, im einzelnen durch eine von einer beliebigen Stelle hergeholte Analogie oder eine neue Hülfshypothese zu begegnen, denn die Ausweichungen für jede Entgegnung sind endlos. Hat man doch, um die Existenz des rückwärtigen Blattes zu erklären, sogar die Hofmeister'sche Idee herangezogen, der zufolge Blätter an den Orten der weitesten Lücken auftreten, die natürlich bei allen anderen Gelegenheiten zu Gunsten des immanenten Typus geflissentlich bekämpft wird.

Ich erkenne, wie bemerkt, in den Blüthen von Nymphaea und Victoria wirkliche extraaxilläre Sprosse, Axengebilde, welche am Stammscheitel, ohne von Blättern gestützt zu werden, hervorsprossen. Alle Versuche, sie auf darunter stehende Blätter durch Verschiebungen zu beziehen, erscheinen mir ebenso zwecklos, wie die Umdeutungen eines so ausgesprochenen Kelches in Trag-, Vor- und Zwischenblätter. Die Verschiebung ist mechanisch durch Einschaltungen von Gewebestücken nicht zu erklären, und die letzterwähnte Deutung ist nicht blos sehr künstlich, sondern erscheint als der Ausdruck einer ganz subjektiven Meinung. Der Aufbau des Kelches und auch die weitere

Ausbildung der Blüthe lehnt sich an die der Cruciferen, Capparidaceen und Papaveraceen an. Die Anlagefolge der Glieder ist durchgehends aufsteigend; nur bei Capparis und Verwandten werden die Staubgefässe in absteigender Folge ausgegliedert, ein Vorgang, der offenbar mit einer abweichenden Art der intercalaren Einschaltung von meristematischen Geweberingen oberhalb des Blüthenbodens im Zusammenhange steht.

Die Blüthen von Victoria regia und Nymphaea coerulea werden nicht von Contaktkörpern in der Ausgliederung ihrer Organe bestimmt. Hier liegt also eine ganz eigenthümliche Besonderheit vor, die gleich der merkwürdigen Doppelspirale, in der die Neubildungen am Vegetationskegel erscheinen, einer ferneren Untersuchung dringend bedarf.

Die Sprosse von Nuphar weichen in mehreren Hinsichten von denen der behandelten beiden Gattungen ab. Das Rhizom kriecht auf dem Boden der Gewässer und ist dem entsprechend dorsiventral gebaut. Der Kopf desselben scheint allerdings aufrecht gestellt zu sein. Die Blüthen treten nicht blos, wie Eichler angiebt, auf der Oberseite derselben hervor, sondern sie entwickeln sich auch noch ein wenig unterhalb der Flanken des etwas von oben nach unten zusammengedrückten Rhizomes. Wurzeln werden aber nur auf der Unterseite erzeugt. Die Blüthen stehen in den Contaktzeilen der Blätter und werden zweifelsohne in dem Verlaufe jener angelegt. Gewiss wird ein eingehendes Studium dieser Pflanze wichtige und beachtenswerthe Resultate zu Tage fördern. Ich konnte es leider nicht so weit führen, als ich wünschte, da es mir an dem genügenden Materiale gebrach. Die Untersuchung hat wegen der ausserordentlich üppigen Haarbekleidung am Gipfel des Sprosses und wegen eines überreichen Schleimergusses mit manchen Schwierigkeiten zu kämpfen.

c. Die Blüthen der Fumariaceen.

So weit mir die Litteratur zugänglich ist, kenne ich entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Blüthen dieser Familie von Platycapnos spicata Bernh., Fumaria capreolata L., Corydalis lutea L., Gebleri Led. und Diclytra formosa DC., Arten, die sämmtlich von Payer*) geprüft wurden. Dabei hat er die Anlage der ersten Cyklen nur an Platycapnos verfolgt, von den übrigen schildert er die Entstehung der inneren Kreise, so wie die Ausbildung der Ovula. Ich habe specieller Corydalis lutea DC. und Diclytra

*) Payer Organogénie de la fleur t. 49. 50.

spectabilis DC. untersucht. Von den ersteren stehen das ganze Jahr hindurch genügende Mengen von Inflorescenzen mit allen Stadien der ersten Blüthenentwicklung zur Verfügung, die jüngsten kann man sich auch noch nach dem Froste, welcher die blühenden Sprosse tödtet, im Winter verschaffen. Diclytra spectabilis gewährt im Herbste ein ganz vollständiges Material, sofern man nicht die letzten Anlagen der Ovula beobachten will, zu diesem Vorhaben ist der Frühling abzuwarten.

Wenn man im Oktober oder November einen Haupttrieb des mächtigen Stockes von Diclytra spectabilis seiner Scheidenblätter beraubt, so gelingt es leicht, den von den viel- und tiefgegliederten Laubblättern eingeschlossenen Sprossgipfel freizulegen. Es bedarf nun einzig der richtigen Wendungen, um an einem Lateralstrahle des Blüthenstandes oder an dem Gipfel desselben die ersten Zustände zu beobachten. Die Blüthen entstehen (Taf. V, Fig. 26) spiralig an einem wenig vorgezogenen Vegetationskegel *v* von fast kreisförmigem Umrisse, an dem die Tragblätter früher als die Achselprodukte erscheinen. Die letzteren sind im Verhältnisse zu den stützenden Blättern gross (vergl. das Primordium zwischen *fl*¹ und *fl*⁵), indem sie in radialer Richtung an Grösse zunehmen, dehnen sie sich zugleich transversal und stellen bald ein nahezu rechteckiges flaches Polster dar, an dem die beiden Vorblätter durch sanft gewölbte Furchen abgeschnitten werden (*fl*¹). Die Vorblätter vergrössern sich ziemlich schnell und werden dabei dreiseitig; sie sind von ziemlich dicker, fast fleischiger Consistenz. Nachdem sie erschienen sind, dehnt sich der Blüthenkörper wieder in radialer Richtung, geht durch die gerundet quadratische Form hindurch und wird elliptisch. Nach dieser Gestaltveränderung erzeugt er unter rechtwinkliger Kreuzung zu dem ersten ein zweites decussiertes Paar (*s*), dessen Elemente ebenfalls eine etwas dickere Consistenz besitzen, als sie bei den Blüthenhüllblättern gewöhnlich ist. Die letzteren werden bald auf der Innenseite concav. Die zwei nun folgenden Blattpaare stehen wieder mit jenen decussiert, dabei fällt das erste (Taf. VI, Fig. 1, *pa*) über die tiefer inserierten Vorblätter, während sich das zweite (*pi*) in die Höhlungen des zweiten Paares der Blüthenphyllome einschmiegt. Nach ihnen folgt kein weiteres decussiertes Paar von Anlagen. Das letzte macht sich durch seine erheblich geringere Grösse vor den anderen kenntlich, jetzt sehen seine Elemente wie zwei fleischige Schuppen aus, die auf der Breitseite unterhalb der Blüthenmitte inseriert sind und an ihr eine leichte Depression bewirken. Die Contouren des Centrums der Blüthe an den rechtwinklig zu ihnen gelegenen Seiten stellen Bögen dar, die dem Ganzen einen fast kreisförmigen Umriss verleihen; eine geringe,

aber doch bemerkbar grössere Breite des Centrums auf der vorderen, d. h. dem Tragblatte zugekehrten Seite konnte ich zuweilen feststellen. Die nächsten Elemente, 4 kleine, sanft gewölbte Kalotten, erscheinen simultan auf der jetzt sehr flachen Blüthenmitte (Taf. VI, Fig. 1). Sie liegen so, dass sie in die Lücken zwischen den beiden letzten Paaren von Phyllomanlagen fallen. Jetzt erfolgt wiederum eine Dehnung, und zwar in der Richtung der Linie, welche durch die Medianen des letzten decussierten Paares verläuft. Das Verhältniss des Durchmessers in dieser Richtung zu dem in der darauf senkrechten beträgt in dem Momente, wo die 4 simultanen Anlagen eben erscheinen, 9,5 : 12, nachdem die Dehnung bewerkstelligt worden ist, ergiebt die Messung den Quotienten 13 : 12. Durch diese Streckung wird zwischen je einem Paare der letzten simultanen Anlagen ein freier Raum geschaffen, welcher grösser ist, als der Durchmesser jeder einzelnen Kalotte. In ihn, also über *pa*, tritt eine Neubildung, die zugleich ein wenig nach aussen gerückt ist und sich bald so vergrössert, dass sie die beiden benachbarten Genossen an Ausdehnung übertrifft.

Nachdem diese beiden Gebilde erschienen sind, streckt sich der Blüthenboden wieder in einer auf der vorigen Dehnungsaxe senkrechten Richtung, so dass die Entfernung zwischen dem letzten Paar Anlagen und die Linie zwischen den Elementen des letzten decussierten Paares (*pi*) sich wie 16 : 13 verhalten. Der Mittelkörper der Blüthe wird dadurch, dass seine Ränder sich emporheben, concav. Der kurze Hohlkörper erzeugt dabei 4 Spitzen, von denen zwei etwas höhere in die lange Axe, zwei ein wenig niedrigere in die Enden der kurzen fallen. Die Zipfelchen sind durch den Contakt mit den vorher entstandenen Körperchen der Lage nach bestimmt.

Die Blüthenentwicklung von Corydalis lutea weicht von der soeben geschilderten bereits im Anfange recht wesentlich ab. Der Vegetationskegel ist sehr niedrig, stumpf kegelförmig; wie bei Diclytra hat er aber einen relativ geringen Umfang, so dass auf einen Spiralumgang nur wenige Blattanlagen kommen: f^6 fällt zwischen f^1 und f^3 (Taf. VI, Fig. 2). Sehr schnell vergrössern sich die Tragblätter, so dass man nur die obersten Anlagen an der Spitze des Kegels frei in dem Achselgrunde liegen sieht. Zugleich sacken sie sich dabei aus und umfassen das Primordium kappenförmig. Diese Ausbuchtung wird dadurch zu Wege gebracht, dass die Flanken und der Achselgrund sich in radialer Richtung ausserordentlich stark strecken. Das Primordium macht diesen Process mit, also auch dieses erfährt vor Anlage irgend eines Phyllomes eine radiale Dehnung, es wird elliptisch, wobei die lange Axe in die Mediane des Tragblattes zu liegen kommt (Taf. VI, Fig. 2). Wie wir schon so oft beobachtet haben, erscheinen

die ersten Blattanlagen *s* in den Enden der langen Axe des Ellipsoids, sie haben also mediane Disposition, ohne dass vor ihnen seitliche Blätter oder die nachweisbaren Andeutungen von solchen aufgetreten seien. Nachdem die medianen Blätter erschienen sind, sprossen aus den Zwischenräumen 2 Glieder eines neuen decussierten Paares hervor, auf das wiederum ein drittes und viertes folgen, die sich in die convexen Innenseiten der vor ihnen stehenden Paare einschmiegen (*pa*, *pi* und *st* über *pa*). Damit ist bei dieser Pflanze die Anlage der decussierten Paare abgeschlossen. Die nächsten Glieder erscheinen wiederum simultan auf dem ziemlich flachen Blüthenboden und stellen sich abermals in die Lücken zwischen die beiden letzten Paare (Taf. VI, Fig. 3 *st*). Indem die Stellung des ersten decussierten Paares mit demjenigen von Diclytra rechtwinklig divergiert, kommt, trotzdem dass die Vorblätter fehlen, in der Blüthe von Corydalis genau dieselbe Disposition heraus, welche wir bei jener gefunden haben. Die transversale Streckung des Blüthenbodens vor der Anlage der Karpiden bewirkt gleich dem, was ich schon oben bemerkte, auch hier wiederum die übereinstimmende Stellung des letzten Cyklusses mit seinen 4 Spitzen. Diese Pflanze liess nicht selten eine etwas grössere Breite an der Vorderseite jeder Blüthe bemerken, mit der ein früheres Erscheinen des vorderen Gliedes der medianen Paare Hand in Hand ging.

Die Erfahrungen, welche ich an zwei Pflanzen aus dieser Gruppe gemacht habe, stimmen mit denen, die Payer über Platycapnos mitgetheilt hat, in einem Punkte nicht überein.

Um die Natur der Organe zu ergründen, welche die Blüthe beider Fumariaceen zusammensetzen, brauchen wir keine voll entwickelte Blüthe zu prüfen. Bereits dann, wenn die Karpiden angelegt werden, sind wir im Stande ein Urtheil über dieselben abzugeben. Wir bemerken, dass zwischen beiden eine sehr erhebliche Differenz der Entwicklung besteht. Wie ich erwähnte, erzeugen beide 4 successiv auf einander folgende decussierte Blattpaare; das erste ist, einer oben gemachten Angabe zufolge, bei Diclytra ein Vorblattpaar, das zweite ist der zweiblättrige Kelch, dann folgen zwei Paar Blumenblätter. Nachdem diese in Erscheinung getreten sind, werden die Staubgefässe und die Karpiden hervorgebracht.

Da nun bei Corydalis lutea ein ganz gleicher Bau der Blüthen hinsichtlich der Hüllen beobachtet wird, da auch sie durch ein Paar Sepalen und zwei Paar Petalen ausgezeichnet ist, so kann den Elementen der decussierten Paare nicht dieselbe Bedeutung zukommen, welche sie an der vorigen Pflanze haben. Ich habe gezeigt, dass bei ihr ebenfalls 4 Paare decussierter Organe auftreten; das erste Paar

stellt aber bereits den Kelch dar, und daraus muss nothwendiger Weise hervorgehen, dass das letzte nicht die inneren Petalen ausmachen kann: in der That beobachtete ich, dass es den Grundstock für die zwei grösseren Staubgefässe abgiebt, die bei Diclytra erst nach den 4 simultanen Androecealgliedern in einem Raume erscheinen, welcher durch eine Dehnung des Blüthenbodens in medianer Richtung erzeugt wird.

Diese Darstellung stimmt mit der Beobachtung, welche Payer über Platycapnos spicata mitgetheilt hat, in sofern nicht überein, als jener sah, dass die Androecealglieder sich durch Dedoublement aus zwei halbmondförmig gekrümmten, wurstförmigen Wülsten abspalteten. Zwei kleine seitliche Portionen machen die 4 Elemente aus, welche ich simultan erscheinen sah, die grösseren Mittelkörper würden dem vierten decussierten Paare von Corydalis und dem intercalierten Staminalpaare von Diclytra entsprechen. Ich bin nicht in der Lage gewesen, die von Payer geprüfte Pflanze nachuntersuchen zu können, und muss mich daher eines Urtheils über die Richtigkeit der Beobachtung enthalten, empfehle aber, der Angelegenheit die fernere Beachtung zu schenken. Ähnliche Studien sind auch von Eichler und Buchenau an Diclytra spectabilis DC. und Fumaria officinalis L. veröffentlicht worden. Die Abweichungen, welche zwischen jenen und meinen Resultaten bestehen, kann ich nicht als richtig anerkennen; ich überlasse es der Zukunft, ein Urtheil über die beiderseitigen Arbeiten zu fällen.

Was nun die theoretischen Fragen über das Diagramm der Fumariaceenblüthe anbetrifft, so geht aus meinen Beobachtungen klar hervor, dass ein genetischer gemeinsamer Grundplan für dieselben nicht bestehen kann, auch dann nicht, wenn ich blos die von mir behandelten Pflanzen in Betracht ziehe. Diclytra ist mit 2 Vorblättern versehen, die Corydalis lutea fehlen. Die Form des Blüthenprimordiums der letzteren Art ist wegen seiner primären Dehnung in radialer Richtung von solcher Art, dass ich nicht im Stande bin, eine Ergänzung derselben zuzulassen. An einem ellipsoidisch gedehnten Vegetationskegel können nach allen meinen Erfahrungen nur 2 Blätter in den Enden der langen Axe auftreten, für die Einschaltung zweier vorausgehender Phyllome ist mechanisch keine Möglichkeit da und desswegen können sie nicht hinzugefügt werden. Ich habe bei der Betrachtung der jüngeren Anlagen von Diclytra durchaus die Überzeugung gewonnen, dass diesen in Rede stehenden Blättern nur eine physiologische Bedeutung zukommt. Als Tragblätter neuer Sprosse können sie nicht funktionieren, da, soweit meine Erfahrung reicht, niemals Lateralstrahlen aus ihnen hervorbrechen. Ich halte sie für

Schutzorgane des Blüthenprimordiums, die in Wirklichkeit, wegen der breiten Öffnungen zur Seite des Tragblattes, nothwendig werden. Auf der anderen Seite kann sich bei dieser Pflanze das Blüthenprimordium, wie Taf. V, Fig. 26 *fl*[1] zeigt, bequem transversal dehnen und zu einem Ellipsoid umformen, dessen lange Axe in dieser Richtung gelegen ist.

Bei Corydalis lutea dagegen wird durch die frühe sackförmige Erweiterung des Tragblattes einmal die Herstellung solcher Schutzvorrichtungen überflüssig und die Dehnungsrichtung des Primordiums in der Mediane mechanisch bedingt. Wenn nun den Vorblättern nur eine physiologische Bedeutung zukommt, so würde die Betrachtungsweise von formal morphologischen Gesichtspunkten ausser Akt treten.

Bezüglich der theoretischen Deutung des Androeceums kann ich Eichler nicht beipflichten, wenn sich dieselbe auf die genetischen Vorgänge gründen soll. Er glaubte, dass jedes der dreigliedrigen Bündel als ein Blatt anzusehen wäre, welches mit zwei Nebenblättern versehen ist. Ich habe dagegen nicht blos einzuwenden, dass diese Vorstellung von der Entwicklungsgeschichte in keiner Hinsicht unterstützt wird, sondern muss auch hervorheben, dass die Annahme von Stipularbildungen in einer Familie, die vollkommen der Nebenblätter entbehrt, zweifelsohne von einer streng methodisch verfahrenden, vergleichenden Schule nicht gebilligt werden sollte.

Ich kann mich an dieser Stelle mit solchen Interpretationen ebenso wenig befreunden, wie mit den Versuchen, die lateralen Staubgefässzähne bei den Amaryllidaceen, bei der Gattung Allium, bei den Cruciferen und Lauraceen für Nebenblätter zu erklären. Ich glaube, dass man in allen diesen Familien, welche der Stipeln entbehren, leichte Analogieen an Stelle wohl begründeter Homologieen gesetzt hat.

Wenn man das Androeceum der Fumariaceen mit dem anderer Familien in Parallele setzen will, so wird man wohl zweckmässiger der Meinung De Candolle's folgen, welcher zuerst auf die Ähnlichkeit mit dem der Cruciferen hinwies. Jedenfalls ist die Hypothese von Eichler, dass noch ein zweiter oberer binärer Wirtel von Staubgefässen als unterdrückt vorausgesetzt werden müsste, wenig begründet. Diese Einschaltung wurde offenbar nur der transversalen Disposition der Karpiden zu Liebe vorgenommen, damit die reguläre Alternation mit den vorhandenen Staubgefässen wieder zu Stande kommen sollte. Ich habe oben gezeigt, dass die Disposition der Fruchtblätter allein durch die transversale Dehnung des Blüthenbodens vor dem Erscheinen jener mechanisch genügend begründet wird; ob dabei die Karpiden superponiert über die letzten Glieder treten oder nicht, ist von keinem Belange.

f. Die Blüthen der Papaveraceen.

Ich habe aus dieser Familie vorzüglich vier Pflanzen untersucht, die mir wegen verschiedener Momente besonders berücksichtigenswerth erschienen: Chelidonium majus L., Glaucium corniculatum Crtz. und G. flavum Curt. und Papaver bracteatum Lindl. Die übrigen Gewächse, welche ich zum Vergleiche heranzog, verdienen, da ich die Entwicklungsgeschichte ihrer Blüthen nicht vollkommen lückenlos verfolgen konnte, keine weitere Erwähnung. Besonders die erstgenannte Pflanze ist desshalb zum Studium empfehlenswerth, weil sie das ganze Jahr hindurch, also auch im Winter vortreffliches und verhältnissmässig leicht zu behandelndes Untersuchungsmaterial liefert. Sie ist ein ausdauerndes Kraut, das sich durch vegetative Vermehrung ausserordentlich reichlich verbreitet. Die Frühjahrssprosse entstehen bereits im vorhergehenden Sommer aus den unteren Blattachseln des Stockes und überwintern. Nachdem diese Achselprodukte ungefähr 20 Blätter, die zu einer Rosette zusammengedrängt sind, zuweilen mehr, zuweilen weniger erzeugt haben, enden die Axen mit einer Inflorescenz. Die Achseln der Blätter ihrerseits bringen Seitenaxen hervor, von denen die untersten nur wenig entwickelt sind, sie wachsen in der nächsten Vegetationsperiode wieder zu Rosetten von der beschriebenen Form aus. Die mittleren und oberen Blätter tragen viel weiter entwickelte Knospen in den Achseln; je höher sie stehen, desto kleiner wird die Zahl der Laubblätter, endlich schliessen die Axen ebenfalls mit Blüthenständen ab. Die der Hauptinflorescenz am nächsten gelegenen Blätter erzeugen schliesslich Sprosse, an denen noch 3, endlich nur noch 2 Blätter vorhanden sind, um schliesslich sogleich mit dem Blüthenstande zu enden. Auch die letzten 2 oder 3 Blätter erzeugen neue Sprosse, welche wieder einfacher gebaut sind, so dass schliesslich nur noch Blüthenstände in den Achseln der Tragblätter gefunden werden.

Diese Umstände bedingen eine Überzahl von Inflorescenzen in allen Entwicklungsstadien; es giebt nur wenige Pflanzen, bei denen es so leicht ist, zu gleicher Zeit alle Zustände derselben nebeneinander zu studieren.

Die Vegetationskegel und die jüngeren Anlagen werden durch die tiefgetheilten Blätter, deren Lacinien nach innen geschlagen und mit einer reichlichen Wollbekleidung versehen sind, vermuthlich ebenso wohl gegen die Kälte wie gegen die Austrocknung geschützt. Die schnelle Schrumpfung der jüngeren Organe nach der Entfernung der schützenden Hüllen ist der einzige sich bemerkbar machende Übelstand bei der Untersuchung des Schellkrautes.

Wenn man die erste Entwicklung der Achselsprosse verfolgt, so bemerkt man aus dem Blattgrunde ein von vorn nach hinten etwas zusammengedrücktes Primordium hervortreten, das sich transversal streckt und in den Enden der langen Axe zwei Gebilde erzeugt. Je nach der Höhe der Ziffer, mit der das Blatt vom Grunde der Axe beginnend belegt werden muss, sind diese Körper verschieden. In den meisten Fällen werden aus ihnen 2 Blätter, die mit ihren grossen Basalscheiden den Vegetationskegel, der sich nach ihrer Anlage zu einem im Querschnitte kreisförmigen Kegel transformiert, einschliessen. In der Achsel der oberen Blätter, besonders aber in denjenigen der Sprosse zweiten und noch höheren Grades tritt an Stelle eines Blattes in derselben transversalen Orientierung eine Blüthe auf, endlich finden wir anstatt beider Blätter zwei Blüthen in gleicher Stellung. Die folgenden Organe, mögen sie nun an den Sprossen aus den unteren Blättern weitere Phyllome darstellen, oder mögen sie, wie an den höheren, Blüthen mit ihren fast zugleich auftretenden Tragblättern sein, reihen sich in spiraler Folge an; dabei tritt dem relativ dünnen Vegetationskegel entsprechend das Organ n zwischen Organ $n + 2$ und $n + 3$.

Während die Divergenzen in der Laubregion mit ungestörter Regelmässigkeit innegehalten werden, sind bei den Inflorescenzen Störungen zu beobachten. Sie rühren daher, dass in den Achseln der Blätter, welche an die Blüthenstände anstossen, Seitenstrahlen in verschiedener Stärke der Entwicklung hervorbrechen und sich mehr oder weniger eng mit den Blüthen der Terminalinflorescenz in Beziehung setzen (Taf. VI, Fig. 6 rechts). Sie schieben sich oft so knapp zwischen die Blüthen der Primäraxe ein, dass ein Complex entsteht, welcher auf den ersten Blick einer eiförmigen Rispe gleicht. Geschieht nun die Eindrängung sehr früh; so müssen sich die jüngeren Blüthen der ersteren mit dem vorhandenen Raume abfinden und es können Verschiebungen derart eintreten, dass die an einer Inflorescenz gemessenen Divergenzen mit dem Grenzwerthe der Hauptreihe nicht mehr stimmen.

Wenn also die Entstehung der Nebenaxen so beschleunigt wird, dass deren Vegetationskegel denjenigen der Primäraxe berührt, ehe die Vollzahl der Blüthen an der Hauptinflorescenz erreicht ist, so können die letzten derselben nicht an ihren Normalorten erscheinen, sondern treten nach den neuen Contaktverhältnissen zwischen den Nebenaxen und den bereits vorhandenen Blüthen auf.

Sind zwei Begleitblätter an dem Achselsprosse vorhanden, so verhalten sie sich wie zwei Vorblätter an einer Hauptaxe; ist noch ein drittes entwickelt, so liegt es schräg vorn auf das erste zu. Man ist

aus dieser Erfahrung zu dem Schlusse berechtigt, dass die ursprünglich transversal gestellten Primordialblätter des Zweiges nach hinten zu convergieren. Ich habe leider seiner Zeit unterlassen, genaue Messungen der vorliegenden Divergenzen auszuführen, und bin nicht im Stande meine Annahme durch Zahlen zu belegen; aus später zu erörternden Gründen kann ich aber hier bereits angeben, dass diese Convergenz nur dadurch entsteht, dass sich das ursprünglich quer gestreckte Primordium durch ein in radialer Richtung nach vorn gehendes Wachsthum zu einem im Querschnitte kreisförmigen Kegel umgestaltet.

Von den zwei Blättern erzeugt das obere immer einen etwas kräftigeren Seitenstrahl als das untere, obgleich dieses im Verhältnisse zu jenem mehr gegliedert ist. Durch diese Förderung verketten sich die letzten Sprossglieder an Chelidonium majus in monochasialer Form. Nach der gewöhnlichen Annahme wird die specielle Art des Monochasiums im vorliegenden Falle die Wickel sein, weil die Förderung aus demselben relativen abwechselnd rechts und links gelegenen Vorblatte statt hat. Bei unserer Pflanze entsteht die Wickel also durch allmälige Verarmung aus einem spiral aufgebauten Systeme, das immer durch einen Gipfelblüthenstand geschlossen wird.

Was nun die specielle Ausbildung des Blüthenstandes und seiner Elemente anlangt, so ist dem bereits Mitgetheilten Folgendes hinzuzufügen. Der Scheitel des ganzen Sprosses geht in eine Blüthe auf, die zwar zuerst ausgebildet wird, die aber ihren Kelch erst anlegt, nachdem die darunter befindlichen Genossen sämmtlich oder zum Theil bereits der ersten Anlage nach, erkennbar sind (Taf. VI, Fig. 5). Die Inflorescenz hat deren fast ausnahmslos 5. Aus dem oben Gesagten geht die Stellung derselben hervor. Sind viele Blätter an dem Sprosse, so reihen sich die Seitenblüthen an jene nach dem gewöhnlichen Gesetze an, wobei ich aber auf die Divergenzdifferenzen zu dem Grenzwerthe wieder aufmerksam machen muss. Für bestimmte Fälle wird nun die Stellung noch genauer zu erörtern sein. Hat der Blüthenstand 3 Begleitblätter, so liegt die erste Seitenblüthe median zum Tragblatte nach rückwärts gewendet; besitzt er zwei, so tritt die zweite Blüthe an diesen Ort; bei nur einem Vorblatte nimmt die dritte Blüthe diesen Platz ein; fehlt aber jedes begleitende Blatt, so finden wir die vierte Blüthe hier. Erklärungen für diese Abwandlungen, die ich alle beobachtet habe, sind nicht weiter nöthig, die Lagenveränderungen gehen aus dem früher Gesagten zwingend hervor.

Was die Stellung der Kelchblätter an der Terminalblüthe anbetrifft, so herrscht eine leicht begreifliche Mannigfaltigkeit zu der Lage des Tragblattes. Vorausgesetzt dass irgend welche constant wirkenden

Faktoren für die Disposition massgebend sind, so muss zunächst die Zahl der Blätter, welche dem Blüthenstande vorausgeht, von bestimmendem Einflusse sein, denn offenbar wird die Lage verschieden sein, je nachdem viele oder wenige, dann nur 2 die Inflorescenz begleiten, oder wenn sie nur von einem, endlich von keinem Blatte gestützt wird. Diese Variation haben bereits die früheren Morphologen in Betracht gezogen, so meinte EICHLER*), dass »bei mehr als 2 vorausgehenden Laubblättern das erste der Kelchblätter jedenfalls dem obersten Laubblatte gegenüberfalle, bei zweien stellen sich die Laubblätter nach Vorblattweise transversal und der Kelch schliesst an sie, wie gewöhnlich an zwei solche Gebilde an; ist nur eins vorhanden, das dann seitliche Stellung zum Tragblatt hat, so fällt diesem wieder das vermuthlich erste Kelchblatt gegenüber, es ist so zu sagen das zweite Vorblatt des vorigen Falles zum Kelchblatte geworden, und ist endlich der Blüthenstiel völlig nackt, so erhält der Kelch selbst (bei Dimerie) Vorblattstellung, es sind — wiederum natürlich bildlich — beide Vorblätter zu Sepalen verwandelt«.

Diese Vorstellung mag für die Papaveraceen mit axillären Einzelblüthen vielleicht stimmen, wenn ich auch von der durchgreifenden Richtigkeit nicht überzeugt bin, da zweigliedrige Blattcyklen nach EICHLER's Anschlusstheorie nicht an die vorausgehenden Blätter sich unmittelbar spiral anreihen, sondern sich mit dem letzten Paare kreuzen sollen; für Chelidonium majus aber hat EICHLER**) Verhältnisse abgezeichnet, die sich mit seiner Darstellung nicht decken. Die der Terminalblüthe vorausgehenden zwei Blätter sind das letzte Laubblatt *l* und das Tragblatt der ersten Doldenblüthe. Die Kelchblätter von *t* fallen indess über beide superponiert. Wenn er aber annehmen wollte, dass die Tragblätter von *fl*[1] und *fl*[5] die letzten in Betracht zu ziehenden Phyllome seien, so ist der Anschluss auch nicht von der Art, welche er vorausgesetzt hat.

Ich habe schon oben auseinander gesetzt, dass die Anreihung der Blätter an einem Sprosse erhebliche Störungen erfährt, sobald er sich anschickt, eine Inflorescenz zu erzeugen, und wir müssen diese Erfahrung nothgedrungen auch bei Chelidonium berücksichtigen, sobald Neubildungen an der Axe auftreten, die von den bisher erzeugten Blattanlagen der Gestalt nach so auffällig abweichen. Wir werden um so mehr diese Veränderung in Rechnung ziehen müssen, als ich darauf hingewiesen habe, dass die Inflorescenzprimordien, welche aus den Achseln der benachbarten Laubblätter hervorbrechen, von

*) EICHLER in Blüthendiagramme II, 195.

**) EICHLER l. c. 189. Fig. 79. *E.*

verschiedener Mächtigkeit sind: bald sind sie grösser, bald kleiner, schliesslich können sie mit den Tragblättern ganz fehlen. Wie nun Taf. VI, Fig. 4 zeigt, sind die Organe, welche die Axenspitze eines Sprosses dann berühren, wenn er die Sepalen erzeugt, überhaupt keine Blätter, sondern die unter der Spitze befindlichen Blüthenprimordien seitlicher Natur.

Die Bezeichnungen der Primordien in der Figur lassen erkennen, welche Organe die Terminalblüthe berühren, es sind 5 Blüthen fl^1 bis fl^5 und das Achselprodukt aus einem Blatte, welches ich mit γ bezeichnet habe. Das letztere muss offenbar früher entstanden sein als fl^3, sonst könnte es nicht den Platz zwischen fl^3 und fl^5 einnehmen. Es stellt einen integrierenden Bestandtheil in dem Organsysteme, das den Centralkörper spiralig umkreist, dar. Seine Grösse ist geringer als die der übrigen Glieder mit Ausnahme von fl^5, und wahrscheinlich ist dieser Umstand massgebend dafür, dass die Blüthen fl^1 und fl^5 nicht denjenigen Richtungsunterschied zeigen, welcher dann zu erwarten wäre, wenn die Organe gleichmässig an Grösse sich verjüngend nach dem Grenzwerthe der Hauptreihe divergierten. Der Winkel müsste betragen

$$
\begin{aligned}
& 4\,.\,(137^\circ\ 30'\ 28'') - 360^\circ \\
= & \ 550^\circ\ 1'\ 52'' - 360^\circ \\
= & \ 190^\circ\ 1'\ 52''
\end{aligned}
$$

d. h. er wäre etwas grösser als ein gestreckter Winkel; nach meiner Figur, die genau mit dem Zeichenprisma entworfen ist, beträgt er ungefähr 180°, ist aber eher kleiner als grösser. Die Lücke, welche sich zwischen fl^1 und fl^4 zeigt, wurde durch das Achselprodukt aus dem vorhergehenden Blatte β hervorgerufen, das sich in ähnlicher Weise in das Inflorescenzsystem hineingedrängt hatte, wie das in der Achsel von γ auf der rechten Seite, das aber wegen seiner tiefen Stellung in der Zeichnung nicht sichtbar ist.

Soweit ich an dem vorliegenden Präparate sehen konnte, wirkten die Blüthenprimordien fl^1 und fl^5 als Contaktkörper. Das letztere, weil es am höchsten an dem Sprosse inseriert war, das erstere, weil es am grössten war und an der Terminalblüthe am höchsten heraufreichte.

Ich habe diese Stellung recht häufig an denjenigen Inflorescenzen beobachtet, welchen viele oder mehrere Laubblätter vorausgehen; daraus erklärt sich, dass die Blüthenstände vor dem Aufblühen nicht selten in den Terminalblüthen eine oft wiederkehrende Lage der Kelchblätter haben, die freilich zu dem Tragblatte aus den oben erörterten Ursachen nicht constant ist. Stellt man nämlich die Inflorescenz so,

dass man das letzte Laubblatt von dem Beschauer abgewendet nach hinten fallen lässt, so geht die Linie, welche die beiden Sepalen von einander trennt, regelmässig von rechts oben nach links unten, oder von links oben nach rechts unten. Welche von beiden Lagen vorhanden ist, hängt ab von der Wendung der Einerzeile, in der die Primordien aufsteigend erscheinen. Ist dieselbe linksläufig, entgegengesetzt dem Gange des Uhrzeigers, so ist die erste Disposition zu beobachten, ist sie rechtswendig, die zweite.

Diese Stellung der Kelchblätter kann, da ein variables Element, nämlich die Grösse der Achselprodukte aus den letzten Laubblättern eine so wichtige Rolle spielt, keine streng gesetzmässige sein und in der That wird man bei der Prüfung selbst weniger Blüthenstände bald ganz abweichende Verhältnisse wahrnehmen. Man wird auch leicht verstehen, dass es nicht wohl möglich sein wird, alle vorkommenden Dispositionen genügend zu erklären. Von den obwaltenden Arrangements habe ich an Inflorescenzen, die als Axen höheren Grades angesprochen werden müssen, noch zwei besondere Fälle bildlich dargestellt. In Taf. IV, Fig. 6 habe ich einen Blüthenstand gezeichnet, in dem nur ein und zwar ein rechts gelegenes Begleitblatt vorhanden ist. Aus den oben mitgetheilten Auseinandersetzungen geht hervor, dass dann die erste Blüthe links transversal zu dem rechts befindlichen Blatte steht. Die Blüthe oberhalb *D* ist die dritte dorsal mediane. Wenn schon die Terminalblüthe bereits so weit entwickelt ist, dass die Kelchblätter völlig ausgebildet sind, so habe ich doch keinen Zweifel, dass hier die beiden ersten Organe als Contaktkörper fungiert haben, denen entsprechend die Sepalen unter rechtwinkliger Kreuzung sich einstellten, sie fallen somit in die Mediane des Tragblattes.

In der Figur, welche Taf. VI, Fig. 5 darstellt, habe ich dagegen einen Blüthenstand aufgenommen, in dem die Terminalblüthe eine transversale Stellung der Sepalen zeigt. Dieser gehört einer Axe letzter Ordnung an, bei dem sämmtliche Blätter in Wegfall gekommen sind und bei dem daher fl^1 und fl^2 in transversaler Lage sich offenbaren. Er war ganz eng in den Zwischenraum, den die benachbarten Inflorescenzen zwischen sich liessen, eingepresst und die sehr ausgeprägte transversale Dehnung in der Basis machte sich auch noch an dem Primordium der Terminalblüthe, die eben die Sepalen ausgegliedert hatte, geltend. Ich möchte annehmen, dass diese Streckung des Vegetationskegels die transversale Anordnung zu Wege gebracht hat.

Ich bin überzeugt, dass weitere Untersuchungen an dieser Pflanze noch genauere Aufschlüsse, als ich zu geben vermochte, gewähren werden; soviel kann ich aber bestimmt behaupten, dass die formale Auffassung der spiralen Blattanreihung, wie sie in Eichler's oben

citierten Worten zum Ausdrucke kommt, für Chelidonium majus nicht zutreffend ist.

Ehe ich zur Darstellung über die Entwicklung des Fruchtknotens übergehe, will ich noch einige Bemerkungen über die Ontogenese der Blüthen von Glaucium flavum Crntz. und Gl. corniculatum Curt., die ich beide eingehend studiert habe, hinzufügen. Diese Pflanzen sind dadurch ausgezeichnet, dass bei ihnen der dichasiale Typus mit wickeliger Tendenz viel früher rein in Erscheinung tritt, als bei Chelidonium; der geförderte Seitenstrahl tritt immer aus dem oberen Elemente des Blattpaares, welches die Terminalblüthe stützt. In regulärer Decussation mit diesen beiden, als fertile Vorblätter funktionierenden Phyllomen treten zwei median gelegene Sepalen an dem jetzt sehr grossen Primordium auf. Nach ihnen folgen 2 weitere Paare, die sich abwechselnd rechtwinklig mit jedem vorhergehenden kreuzen. Dann beobachtete ich in den Lücken zwischen ihnen 4 sehr kleine Kalotten und schnell nachher vor den 4 Petalen je 5 gleich grosse Körperchen, die ersten 24 Staubgefässanlagen. In Alternanz mit ihnen traten neue Glieder derselben Art von gleichem Durchmesser auf, wobei der Vegetationskegel sich hob, ein sanft gewölbtes Polster bildete und so Raum für neue Kalotten erzeugte. Da sich der Querschnitt des Podiums nach oben zu ein wenig verjüngt, so haben auf der Höhe nicht mehr die gleiche Zahl Platz; in der Berührung mit dem Centrum fand ich auch stets weniger Kalotten, an Stelle von 24 waren nur noch 16 vorhanden.

Nachdem das Androeceum fertig angelegt ist, hebt sich bei Chelidonium sowohl als auch bei Glaucium das Blüthencentrum von im Querschnitte deutlich ellipsoider Gestalt (der Quotient zwischen langer und kurzer Axe ist bei Glaucium ungefähr 4 : 3) steil in die Höhe und nimmt die Form eines seitlich zusammengedrückten Filzhutkopfes an. Bald erhält derselbe eine in der Längsaxe verlaufende obere Depression, die Ränder derselben umwachsen die Mitte ziemlich schnell, so dass ein Hohlcylinder von ellipsoidem Querschnitte gebildet wird. Aus der Mitte der Breitseiten treten dann zwei Wülste hervor, von denen der eine immer früher beobachtet wird als der andere, sie sind die Placentarleisten; erst nachher bilden sich in den Enden der langen Axe zwei Spitzen aus, welche zu den Narben werden. Bei den Papaveraceen wie bei den Fumariaceen werden also keine deutlichen Karpiden angelegt, die zur Bildung des Fruchtknotens zusammentreten, die freien Endigungen, welche für Fruchtblattspitzen angesehen werden, kommen erst nach der Bildung der Höhle zum Vorscheine.

Bezüglich des Aufbaues der von mir besprochenen Papavera-

ceen harren noch manche Punkte ihrer Erledigung. Eine interessante Frage würde zuvörderst die sein, warum der oberste Spross unter dem Blüthenstande oder der Blüthe der geförderte ist und doch bei Chelidonium majus früher verschwindet, um einer Blüthe Platz zu machen, als der untere. Dann wären meiner Meinung nach die mehr als 6-blüthigen Inflorescenzen von Chelidonium bezüglich der Stellung der letzten Blüthe nicht blos zu untersuchen, sondern auch nachzusehen, unter welchen Verhältnissen sie sich entwickeln. Auch die Ausbildung des Androeceums bedarf bei Chelidonium einer erneuten Untersuchung, wennschon HOFMEISTER bereits gewisse Einzelheiten darüber bekannt gemacht hat.

Gehe ich nunmehr zum Vergleiche zwischen den Resultaten der Entwicklungsgeschichte und den jetzt geltenden formalen Interpretationen der Blüthen über, so kann ich mich der Deutung EICHLER's bezüglich der Inflorescenz anschliessen. Er betrachtete sie als eine Dolde mit Gipfelblüthe. Freilich könnte man sie auch für ein Pleiochasium ansehen, da wenigstens der Anlage nach das Blüthenprimordium der Terminalblüthe früher vorhanden ist als die Seitenblüthen, und da in gewissen Fällen der Kelch vor den letzten Seitenblüthen bereits ausgegliedert ist. Zwischen Dolden mit Gipfelblüthen und Pleiochasien ist ein durchgreifender Unterschied nicht zu machen.

Was aber die Interpretation der Blüthen von Chelidonium selbst anbetrifft, so kann ich die gegenwärtig am meisten berücksichtigte Ansicht nicht vertreten. Aus der Beobachtung und aus allgemeinen Regeln der Blattstellung meinte EICHLER, dass die Blätter des Kelches an Lateralblüthen transversal zum Tragblatte ständen, und zeichnete diese Disposition auch in Fig. 79 *E* für eine Dolde von Chelidonium ab. Schon DOELL*) hatte aber eine mediane Stellung der Sepalen an Chelidonium behauptet und darin einen Grund zu sehen gemeint, dass in diesen Blüthen zwei Vorblätter zu ergänzen wären. An jedem jugendlichen Blüthenstande der Pflanze ist die von mir angegebene Anordnung mit Leichtigkeit zu constatieren, man hat durchaus nicht nöthig, die immerhin etwas schwierigere Entwicklungsgeschichte zu befragen. Wenn also EICHLER mittheilte, »dass sich die Blüthen schon ziemlich frühzeitig mehr weniger vollkommen mit dem Kelche in die Mediane drehten«, so stimmt diese Vorstellung mit den zu beobachtenden Thatsachen nicht überein. Aber auch die DOELL'sche Idee, dass wegen der Medianstellung der Sepalen zwei Vorblätter zu ergänzen wären, scheint mir nicht begründet; diese Disposition wird vielmehr durch die Dehnung der Primordien in der Mediane bedingt, welche

*) DOELL Flora von Baden II. 194.

zugleich die Anlage transversaler Blätter, wenigstens nach meinen Erfahrungen, ausschliesst.

Ein zweiter Punkt, welcher einer Correktur dringend bedürftig erscheint, ist die Ansicht über die Natur des Fruchtknotens. Sowohl für Glaucium, wie für Chelidonium habe ich die Anlage der Narbenstrahlen mit der grössten Bestimmtheit verfolgt und Erfahrungen gewonnen, die mit den Angaben, welche PAYER*) über das Gynoeceum der letzten Pflanze gemacht hat, vollkommen übereinstimmen; ich habe dann noch Bocconia cordata W. in gleicher Rücksicht geprüft und die bisherigen Erfahrungen bestätigt gefunden. Bei allen drei Pflanzen liegen die Narbenstrahlen in der Mediane durch die ersten Blumenblätter, bei Blüthen, die mit einem Tragblatte versehen sind, haben sie also zu diesem transversale Lage.

Diese Beobachtung, welche klar zeigt, dass die Narbenlappen mit den Placentarwülsten abwechseln, würde jene demgemäss als dorsale documentieren, falls wir in dem Fruchtknoten zwei Karpiden voraussetzen und in den Placentarwülsten deren Commissuren erblicken. Damit stimmen nun die Angaben EICHLER's nicht überein, welcher meinte, dass die Narben über den Placentarwülsten lägen; bei Glaucium und Chelidonium wäre die von ihm vorausgesetzte Verwachsung zweier benachbarter Narbenstrahlen »so unvollkommen, dass die ursprüngliche Anlage noch klar zu Tage träte«. Ich zweifle nicht, dass EICHLER durch die Analogie der Papaverblüthe in einen Irrthum verführt worden ist, welcher auch in den von ihm mitgetheilten Figuren**) zur Darstellung gelangt ist. Bei allen 3 Pflanzen liegen ganz bestimmt die Placentarwülste median, die Narbenlappen aber transversal, irgend eine auch noch so geringe Verwachsung ist nicht zu beobachten.

Aus der Gattung Papaver habe ich desswegen P. bracteatum zu meinen Untersuchungen gewählt, weil diese Art einen so merkwürdigen Wechsel von 2- und 3-blättrigen Kelchen oft an demselben Stocke aufweist, und ich die Hoffnung hegte, diese Mannigfaltigkeit durch die bestehenden Contaktverhältnisse erklären zu können. Die ausserordentliche Grösse der Blüthenprimordien, die zur Zeit der Anlage der Sepalen c. 1 mm messen, also schon bei schwachen Vergrösserungen gut behandelt werden können, die Widerstandsfähigkeit gegen zufällige unsanfte Berührung und die geringe Neigung zum Austrocknen, machen diese Körper zu einem auch für Anfänger empfehlenswerthen Untersuchungsobjekte. Will man sicher die ersten

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 45.

**) EICHLER Blüthendiagramme II. 79. *E* und *F*.

Entwicklungsphasen finden, so muss man einen kräftigen Stock der Pflanze im Herbste wählen; indess auch noch im Frühjahre kann man aus den Achseln der unteren Blätter jüngere Zustände erlangen, während die obersten Seitentriebe und der Gipfeltrieb bereits Ende April ihre Entwicklung abgeschlossen haben.

Auch diese Pflanze ist ausdauernd und erzeugt im Sommer aus den Grundblättern Sprosse, welche zum Austreiben von Hauptstengeln für die nächste Vegetationsperiode bestimmt sind, während die Haupttriebe des Frühjahrs in den oberen Blattachseln Blüthensprosse anlegen und selbst durch eine Blüthe abgeschlossen werden. Die in Rede stehende Art ist vor anderen derselben Gattung dadurch ausgezeichnet, dass der Blüthe immer eine Anzahl Blätter vorausgehen, die weniger gegliedert als die Laubblätter unmittelbar unter der Blüthe inseriert sind und eine Art Involucrum bilden. Aus dieser Ursache ist es für die formalen Morphologen offenbar, dass die Kelche der Lateralblüthen keine feste Stellung zum Deckblatte derselben haben, dass sich vielmehr die Blüthen wie Gipfelblüthen verhalten, deren Kelche sich an die voraufgehenden Laubblätter anschliessen. Die Stellung der Sepalen ist desshalb je nach der Zahl der Involucralblätter verschieden. Ich suchte zunächst die Beziehung zwischen den letzteren und der Disposition der zweiblättrigen Kelche festzustellen, und fand in den häufigsten Fällen eine solche Orientierung, dass die beiden Sepalen zwischen das letzte und das vorletzte Involucralblatt zu stehen kommen (Taf. VI, Fig. 7, 8, 9). Diese Anordnung stimmt also in gewissem Masse mit denjenigen Verhältnissen überein, welche ich für die terminalen Blüthen der Chelidoniumdöldchen angegeben habe, nur mit dem Unterschiede, dass dort 2 Blüthenprimordien die Rolle übernehmen, welche bei Papaver zwei Involucralblättern zukommt. Eine erhebliche Differenz besteht aber in sofern, als dort die Blüthen fl^1 und fl^5 die Contakte hervorbrachten, während hier die zwei Blätter f^4 und f^5, d. h. die letzten beiden Hüllphyllome die bedingenden Ursachen sind, dass mit ihnen gekreuzt zwei Kelchblätter erscheinen.

In denjenigen Blüthen, welche 3 Kelchblätter ausgebildet hatten, bemerkte ich, dass die letzten zwei Involucralblätter einander viel näher standen. An einem Blüthenprimordium constatierte ich die Divergenzen der letzten beiden Blätter unter einander und mit dem vorhergehenden Gliede des Involucrums zu c. 110° (Taf. VI, Fig. 10). Nach Schwendener's Blattstellungsgesetzen wird diese Divergenzverminderung verständlich. Die Blattanlagen können sich einander dann beträchtlich nähern, wenn die Primordien an dem gleich bleibenden Vegetationskegel kleiner werden. Die drei letzten Blätter hatten hier

eine so geringe Anlagegrösse, dass sie sich in den einen Kreisumlauf getheilt hatten. Die Kelchblätter traten nun in die Lücken zwischen sie, und zwar entstanden sie, ebenso wie die zwei Sepalen, simultan. Ich habe zuweilen auch Blüthen gefunden, die einen Zwischenzustand darboten (Taf. VI, Fig. 11). Diese wiesen auch 3 Kelchblätter auf, das eine umfasste beinahe die Hälfte des Vegetationskegels, das zweite war etwas kleiner, das dritte füllte den Raum zwischen beiden, der ungefähr den 7ten Theil der Peripherie darstellte, aus.

Die übrige Entwicklung der Blüthe ist von Payer in musterhafter Weise geschildert worden; ich kann seine Beobachtungen nur bestätigen. Noch ehe der Verschluss der Kelchblätter erfolgt, erscheinen in den Lücken zwischen ihnen je 2 Petalenanlagen bei den bisepalen, je 3 bei den trisepalen Blüthen, nach welchen wieder 2 resp. 3 weitere Blumenblätter zwischen jenen auftreten. Der hochgewölbte fast halbkugelige Vegetationskegel wird oben von einer zuerst seichten, aber bald tieferen Furche kreisförmig umzogen, innerhalb deren die Spitze sich abflacht. Mittlerweile hat sich der basale viel grössere Theil des Blüthencentrums mit einer unendlichen Zahl von Höckerchen beladen, die gleichmässig auf allen Seiten von unten heraufsteigend erscheinen. Dass 4 resp. 6 zwischen den Blumenblättern befindliche Anlagen zuerst auftraten, vermochte ich nicht mit Bestimmtheit auszumachen, indess wäre es denkbar, dass mir die allerfrühsten Stadien, obschon ich sehr viele Blüthen in dem kritischen Zeitpunkte untersuchte, entgangen sind. Der centrale, von dem übrigen Theile des Vegetationskegels durch die erwähnte Furche geschiedene Körper lappt sich nun ausser Contakt mit den Staubgefässanlagen, die in gewissen Fällen wenigstens sicher noch nicht bis zum Scheitel und dem Furchenrande vorgedrungen sind. Vor jedem der zahlreichen Läppchen bildet sich eine Localdepression, die sich radial mit dem gleichgerichteten Wachsthume der Blüthenanlage dehnt und durch Verdickung der trennenden Leisten enger wird. Diese sondernden Wände treten vor der Blüthenmitte in Berührung miteinander, ohne zu verschmelzen, so dass bei Papaver in den jüngsten Phasen der Fruchtknotenanlage, ähnlich wie ich dies für Victoria und in minderem Grade für Nymphaea oben nachgewiesen habe, ein centraler Kopf von indifferenter Natur den Blüthenscheitel krönt. Indem sich nun die Karpiden in senkrechter Richtung vergrössern, wobei im Gegensatze zu den Nymphaeaceen der Kopf die Streckung nicht mitmacht, entsteht jener eigenthümliche centrale Trichter, welcher den Fruchtknoten der Gattung Papaver kennzeichnet.

Die formalen Morphologen haben nicht den Versuch gemacht, Androeceum und Gynoeceum auf einen einheitlichen »Grundplan« um-

zudeuten, denn »die Überzahlen als Dedoublement anzunehmen, erscheint nur schwer thunlich, es müsste dasselbe sowohl congenital als acropetal und dabei in den Einzelheiten recht compliciert sein«. Offenbar kann die Complication der Verhältnisse nicht dazu angethan sein, von der consequenten Durchführung eines Princips abzuhalten. Das Eingeständniss der Unthunlichkeit ist wohl nur die Einsicht, dass die stricte Verfolgung desselben ad absurdum führt. Bei Papaver sowohl, wie bei gewissen Capparidaceen und Nymphaeaceen und vielen Ranunculaceen entstehen die Staubgefässe an einem hochgewölbten Vegetationskegel in lückenlosen Anlagen, wobei die Anordnung derselben bedingt wird durch die Relation zwischen der Grösse der Staubgefässprimordien und dem Durchmesser des Vegetationskegels. Dass dabei die Staubgefässe zu regelmässig verlaufenden, immer wiederkehrenden Spiralen zusammen verbunden werden können, ist nicht desswegen möglich, weil dieselben in einer idealistischen Grundspirale entstehen, sondern weil derartige Curven in allen Vergesellschaftungen von Körpern mit kreisförmigem Umrisse, und mit gleichen oder mit regelmässig ab- oder zunehmenden Grössenverhältnissen des Durchmessers construiert werden können. SCHWENDENER hat schon darauf hingewiesen, dass sie auch an Placenten mit reichlicher Bekleidung von Samenanlagen in den letzteren nachgewiesen werden können, gleichgültig ob dabei die Träger derselben die Form eines centralen Conus oder nur einseitig ausgebildeter Wülste haben.

An diesen Typus möchte ich nun kurz die Ranunculaceen mit decussierten äusseren Blüthenhüllen anschliessen, welche hauptsächlich in der Gattung Clematis und Thalictrum beobachtet werden. Einige Arten entwickeln sich genau in derselben Weise, welche ich oben für die echt decussierten Blüthen angegeben habe. In der Achsel eines Blattes erscheint ein von vorn nach hinten zusammengedrückter, also transversal gedehnter Vegetationskegel, welcher in den Enden der langen Axe zwei genau rechtwinklig zum Tragblatte orientierte Blätter erzeugt, die als Vorblätter des regelmässig dichasial verzweigten Sprossystems fungieren. Sie sind für die Aufnahme von Lateralstrahlen kappenförmig gewölbt. Nach ihnen erscheinen an der relativen Hauptaxe zwei mediane Blätter und auf diese folgen über den Vorblättern zwei transversale. Simultan gliedern sich in den Lücken zwischen jenen beiden Paaren kleine Höcker aus, deren späteres Geschick verschieden ist. Bei den meisten Clematis-Arten werden sie zu Staubgefässen, die Gattung Atragene bildet sie dagegen zu Blumenblättern aus, während an anderen Arten jener Gattung z. B. an C. dioica L., campestris St. Hil. Zwischenbildungen beobachtet werden. Wie EICHLER schon ganz richtig bemerkte, thut der Name,

womit man jene Körper belegt, ob man die Blumenblätter noch als solche benennt, oder ob man darin Staminodien erkennt, nichts zur Sache, den Dingen kommt nach ihrer Ausbildung viel mehr eine physiologische als eine morphologische Bedeutung zu. Die Staubgefässe entstehen wieder als verschiedenzählige Reihen, die bald gerade aufsteigend sind, bald ein wenig schief verlaufen, Verhältnisse, die sich durch spätere Untersuchungen, welche mit genauen Messungen verbunden sein müssen, leicht auf die von mir oben angedeuteten Ursachen zurückführen lassen werden.

g. Die Blüthen der Rubiaceen.

Unter den Gattungen dieser Familie sind insbesondere die kleinblüthigen Gestalten, die sich unter den *Stellaten* und *Spermacoceen* finden, durch tetrameren Bau ausgezeichnet und diese sollen uns zuvörderst beschäftigen. Die erst erwähnte Tribus bietet bereits im Aufbau der vegetativen Sprosse manche interessante Details, die um so mehr der Erörterung werth sind, als sich an dieselben morphologische Fragen von grundlegender Bedeutung angeknüpft haben. Gegenwärtig sieht man, sobald die *Stellaten* mit den übrigen *Rubiaceen* verglichen werden, die quirlständigen Blätter als Genossenschaften von zwei Hauptblättern mit mehreren Stipeln an. Das Moment, welches hier vorzüglich als beweisend betrachtet wird, ist der Umstand, dass nur zwei derselben mit Lateralsprossen versehen sind, während die anderen, mit ihnen sonst in allen erkennbaren Merkmalen gleich, der Achselprodukte entbehren. Der bei den *Rubiaceen* beinahe ohne Ausnahme entwickelten Decussation gemäss kreuzen sich an den auf einander folgenden Knoten die fertilen Blätter rechtwinklig. Die Zahl der Nebenblätter ist verschieden. Als Norm sieht man gewöhnlich den Fall an, in welchem der Stern an jedem Knoten aus 6 Strahlen besteht, alsdann hat jedes der Hauptblätter je ein Paar lateraler Nebenblätter; finden sich nur 4, eine Zahl die regelmässig bei *Vaillantia*, *Galium cruciata* Scop. und *vernum* Scop. beobachtet wird, so nimmt man an, dass die beiden Nebenblätter zwischen den Hauptblättern zu einem verwachsen sind; bei 8-gliedrigem Wirtel dagegen glaubt man, dass eine Spaltung in einem derselben eingetreten sei. Als verbindende Glieder zwischen diesem Vorkommen und den stipulis interpetiolaribus, welche in der Form einfacher dreiseitiger Zähne an so vielen ausländischen *Rubiaceen* gesehen werden, bediente man sich der bei den *Spermacoceen*, aber auch bei den *Psychotrieen* und noch manchen anderen Tribus ausgebildeten zerschlitzten Stipularscheiden, die in gleicher Weise als

getheilte Nebenblätter betrachtet wurden*). Die Lücke indess, welche bisher immer noch bestand, insofern als man Stellaten mit ausgeprägten Interpetiolarstipeln von der bei den Rubiaceen gewöhnlichen dreieckigen Form nicht kannte, vermag ich dadurch auszufüllen, dass ich auf das von mir beschriebene Relbunium diphyllum aufmerksam mache, welches in Süd-Brasilien vorkommt; auch Baron Ferd. von Mueller erwähnt eine ähnliche Gestalt aus der Gattung Galium. Bei einer anderen Pflanze derselben Tribus, welche in Mexico heimisch ist, sind ebenfalls nur die eigentlichen Hauptblätter spreitenförmig entwickelt, die zwischen ihnen befindlichen je 3—4 Phyllome sind bei Didymaea Mexicana Hook. f. nur in der Form von schmalen, kurzen Körpern wahrzunehmen, welche zu Klammerapparaten umgestaltet sind, mit denen sich der schlaffe krautige Stengel an benachbarten Gewächsen hoch emporhebt.

Einer wiederholten Untersuchung schien mir besonders die Frage würdig, wie sich die Pflanzen entwicklungsgeschichtlich verhalten, bei denen eine Verwachsung der Nebenblätter vorliegen sollte. Desswegen habe ich zunächst solche Pflanzen geprüft, bei denen normal 4-gliedrige Quirle an jedem Knoten auftreten. Ich wählte als Untersuchungsobjekt zuerst Vaillantia muralis L., bevorzugte aber später ein schon früher untersuchtes Objekt: Galium cruciata Scop., welches überdies den doppelten Vortheil hat, dass es leicht überall zu erhalten ist und dass es vom ersten Frühlinge an bis spät in den Herbst zur Untersuchung brauchbar bleibt, ich habe die Pflanze noch im späten November studieren können. An dieses Gewächs werde ich also zunächst meine Schilderung anknüpfen. Trennt man die oberste Spitze eines Sprosses ungefähr in der Grösse eines Stecknadelknopfes ab und legt vorsichtig die Blätter auseinander, so fällt in erster Linie die eigenthümliche Thatsache auf, dass in jeder der 4 Längszeilen, zu welchen die Blätter geordnet stehen, immer ein grosses mit einem kleinen wechselt; biegt man eins der ersten Form zurück, so leuchten die minutiösen Blüthenanlagen in zwei Gruppen vertheilt rechts und links von der Mediane entgegen, während man am Grunde des darüber stehenden kleineren Blattes solche perlenartige Gebilde wenigstens zuvörderst nicht sieht. Die ersteren sind also die Hauptblätter, die zweiten (*st*) die Nebenblätter. Diese letzteren weisen von einer Verwachsung in dieser Phase ihrer Ausbildung keine Spur auf, weder sind Doppelnerven zu sehen, noch eine Ein-

*) Vergl. Mueller Arg. und K. Schumann Rubiaceae florae Brasiliensis, hier sind viele Arten mit zerschlitzten Stipularscheiden aus den verschiedensten Tribus abgebildet.

kerbung an der Spitze, noch sonst ein Anzeichen von einem solchen Vorgange. Das Blatt zeigt vielmehr an der Basis schon jetzt einen sichtbaren Mediannerven, der sich zwischen die beiden erwähnten Gruppen der Blüthenanlagen einzwängt.

Dringt man bis zum Vegetationskegel vor (Taf. V, Fig. 14 und 15), so erscheint derselbe in der Gestalt einer kreisförmigen oder ellipsoid gestreckten Kalotte von sanfter Wölbung und etwas spiegelnder Oberfläche. In zwei auf einander senkrechten Richtungen erscheinen an ihm Neubildungen. Am häufigsten wird man bei der Betrachtung desselben Bilder der letzten Organe derart finden, dass zwei gegenüberstehende, flach beckenförmig vertiefte, etwa im Umfange halbkreisförmige, ein wenig dick fleischige Körper gesehen werden, in deren Höhlung zwei kleinere, weniger hohe Gebilde eingebettet sind (das Blatt rechts). Diese Objekte ziehen wenigstens ganz besonders die Aufmerksamkeit auf sich (Taf. V, Fig. 14). Beide Körper entstehen, soweit ich sehen konnte, fast zu gleicher Zeit; in dem Momente nämlich, wo sich von dem ellipsoid gestreckten Vegetationskegel durch eine mit der kurzen Axe parallele Furchung der eine Körper abgliedert, sieht man auch schon zwischen dessen Spitze und der Furche einen sanft gewölbten Bogen, wodurch der auf den Vegetationskegel zu gelegene Theil abgesondert wird. Der bald beträchtlich sich vergrössernde Theil dieses Organpaares wird leicht als eine Blattanlage erkannt, der kleinere aber ist sein Achselprodukt. Diese beiden Gebilde vergrössern sich nun, einer auch im Vegetationskegel sich geltend machenden Wachsthumsrichtung folgend, durch eine tangentiale Dehnung. Wiederum dieser Streckung des Ellipsoids entspricht die Entwicklung je eines sehr kleinen Läppchens an den Endpunkten der langen Axe des Vegetationskegels (Taf. V, Fig. 14 *f* und 15 *f'*), wodurch ein zweites Blattpaar angelegt wird, das sich über das Achselprodukt des unteren Blattes schiebt. Der Vegetationskegel hebt sich jetzt ein wenig und erzeugt superponiert an derselben Seite in beiden Enden je eine grosse Blattanlage mit einem Axillarsprosse, der in der Achsel des kleinen Blattes nicht erscheint.

Der beschriebene Process wiederholt sich nach der jeweiligen Dehnung an dem Vegetationskegel fortdauernd in abwechselnd um 90° divergierenden Reihen. Immer entsteht also ein kleines Läppchen, darauf über ihm eine grosse Blattanlage mit einem Lateralsprosse, dann wechselt die Anlageebene um 90° und es entsteht wieder dasselbe superponierte Blattpaar.

Die Grössendifferenz bleibt an dem Gipfel des Sprosses bei gleichförmigem Zuwachs beider sehr deutlich erhalten, selbst wenn schon 4 Blüthen in der Achsel eines Blattes im Primordialzustande erschienen

sind, ist das darüber befindliche Blatt (Taf. IV, Fig. 16 *st*) erst halb so lang, wie das in der Reihe auf dieses folgende (*Lb*).

Indem sich nach meiner Darstellung das kleine Blatt, welches die Stipel ausmacht, über das unter ihm befindliche Achselprodukt des Hauptblattes schiebt, wird an dieser Stelle ein Hinderniss für eine gleichförmige Entwicklung des Achselsprosses aus dem unteren Blatte geschaffen. Man sieht dies deutlich daran, dass sich dasselbe theilt und dass die zu Seiten der Stipel gelegenen Körper zu kugelförmigen Organen sich abrunden, während in der Mitte zunächst eine Lücke bleibt (Taf. V, Fig. 15 zwischen *pr* und *pr*). Durch den bald sich entwickelnden Mittelnerven, der auf der Unterseite des Blattes vorspringt, wird diese leere Stelle längere oder kürzere Zeit erhalten. Erst dann kann eine mittlere Anlage hervortreten, wenn durch intercalares Längenwachsthum das Blatt von dem unteren entfernt wird (Taf. V Fig. 17 *M*). Die Zeit, welche verstreicht, ehe dieses die Stelle der Terminalblüthe einnehmende Primordium auftritt, scheint von der Jahreszeit abhängig zu sein, im Sommer fand ich bereits mehrere Seitenblüthen vorher angelegt, im Frühjahre und Herbste wenige.

Die frühesten Blüthen entwickeln sich an denjenigen Stellen, welche offenbar unter einem Druckminimum liegen, nämlich am äussersten Rande des Tragblattes, so dass sie beinahe unter sich 4 Längszeilen bilden, die zwischen den Blattzeilen sich befinden; die übrigen schieben sich in den Raum ein, der zwischen ihr, dem Tragblatte und zwischen der Rückseite der darüber liegenden Stipel sich befindet, wobei der Mittelnerv als Steife für die Beschaffung des Hohlraumes dient. Auf die Primanblüthe jeder der beiden Gruppen folgt rechts und links, dabei in der Richtung nach dem Mittelnerven der Stipeln zu je ein neues Blüthenprimordium (Taf. V, Fig. 16 pr^1). An den reichblüthigen Inflorescenzen des Sommers erscheint nach diesen ein dreilappiger Wall (Taf. V, Fig. 18, *f* und f^1) *) aus dem Grunde der dreiblüthigen Gruppe, der ebenfalls dem Nerven der Stipel zugekehrt ist. Vor dem Mittellappen *f* entsteht gewöhnlich eine nächste 4te Blüthe, die aber zuweilen verspätet auftritt, und nun folgen in den geeigneten Plätzen zwischen ihnen meist in zickzackförmiger Verkettung Blüthenschaaren in unbegrenzter Zahl. Die letzten Anlagen werden aber nicht zu Blüthen ausgebildet, sondern an ihrer Stelle treten Drüsen von köpfchenförmiger Gestalt auf.

In der Achsel der Stipeln haben wir keinen Lateralstrahl nachweisen können. Das hindert aber nicht, dass nachher, während sich

*) Die Figur giebt einen etwas späteren Zustand wieder, indem die Lappen des dreispitzigen Walles bereits 3 Blättchen erzeugt haben, von denen hier zwei *f* und f^1 sichtbar sind.

die Blüthen in dem Blatte unter ihr entwickeln, ebenfalls Neubildungen erscheinen. In ihrer Form stimmen sie ganz mit den Anfängen von Blüthenprimordien überein, nur sind sie kleiner als jene. Auch der Ort ihrer Entstehung ist durch ganz dieselben Bedingungen vorgeschrieben, sie treten zu beiden Seiten des Mittelnerven eines über ihnen befindlichen Hauptblattes auf und schreiten rechts und links aus der Blattbasis auf den Mittelnerven zu. Nach ihrer morphologischen Werthigkeit würde es durchaus ungewöhnlich sein, sie mit den Blüthenprimordien gleichzusetzen, ich will auch an dieser Stelle die Übereinstimmung der Natur beider nicht direkt aussprechen, uns interessiert nur die Thatsache, dass zwei Reihen von verschiedenen Gebilden unter offenbar analogen äusseren Druckbedingungen genau dieselbe äussere Erscheinung und die gleiche Entstehungsfolge zeigen: eine weitere Bestätigung für die von mir durch zahlreiche Belege gestützte Behauptung, dass die specifische Natur der Neubildung von keiner Bedeutung ist für den Ort der Anlage. An denselben Stellen, wo bei einem Blatte, das eine Stufe höher inseriert ist, sich Blüthen zeigen, treten hier Trichome hervor. Es wäre nun freilich theoretisch nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, wenn man behauptete, dass diese Köpfchenhaare umgebildete Blüthen wären. Ein Axillarspross von der Art, wie ihn die Laubblätter erzeugen, kann bei den Nebenblättern nicht entstehen, weil zunächst absolut kein Platz vorhanden ist. Als zusammenhängender transversal gedehnter Körper kann er auch später nicht auftreten, weil der Mittelnerv des oberen Laubblattes den Blattgrund der Stipel berührt, demgemäss erscheinen sogleich zwei seitliche fast kugelige Primordien aus dem Grunde der Achsel. Ihre Grösse ist vollkommen abhängig von dem zwischen beiden Blättern zur Verfügung stehenden Raume. Tritt zwischen beiden später die Dehnung im Stengel ein, die bewirkt, dass immer ein Laubblatt und ein darüber inseriertes decussiertes Stipelpaar zusammenhalten, dann wachsen die Köpfchen so weit nach, dass man sie bei flüchtiger Betrachtung für jugendliche Blüthen halten könnte. Nachdem der ganze Spross den eigentlichen Knospenzustand überwunden hat, schrumpfen sie zusammen. Ihre physiologische Bedeutung ist bisher nicht ermittelt, das allgemeine Vorkommen bei den Stellaten spricht dafür, dass sie jedenfalls im Leben dieser Pflanzen eine gewisse Rolle spielen.

Die Entwicklung der Blüthe vollzieht sich in nachstehender Weise: Das Primordium, welches in der Achsel des Tragblattes auftritt und das sich in die Concavität desselben einbettet, erfährt durch die Dehnung des Vegetationskegels in jener Richtung, welche die Abgliederung des folgenden Blattpaares einleitet, einen gleichsinnigen

Zuwachs. Es wird an der Stelle, wo das eine Blatt des nächst höheren Stipelpaares hinfällt, durch eine Furchung in zwei Theile gespalten, die nun so weit aus einander rücken, dass sie einen unmittelbar am Rande befindlichen Ort einnehmen (Taf. V, Fig. 15 *pr*). Betrachtet man sich eine solche junge Anlage, so fällt gegen die gewöhnlichen Verhältnisse der Umstand auf, dass auch sie immer noch sehr flach, fast scheibenförmig gestaltet ist. Während an ihrem Fusse aus dem Achselgrunde des Blattes die nächsten Primordien sichtbar werden (Taf. V, Fig. 16 pr^1), hebt sie sich hinten durch gefördertes Wachsthum empor, so dass sie eine von der Axe nach dem Blatte zu abfallende schiefe Ebene bildet. Zu gleicher Zeit hat sie sich in ihrem Umfange geändert, die früher fast kreisrunde Scheibe ist viereckig, quadratisch oder ein wenig rhombisch geworden, die eine Ecke liegt dabei an der höchsten Stelle des Primordiums, hier befindet sich auch bei den leicht rhombischen Oberflächenfiguren der eine spitze Winkel, die anderen Ecken sind hierdurch der Lage nach bestimmt.

Aus dieser Schilderung ergiebt sich, dass bei Galium cruciata die Blüthenanlagen sich nicht mit dem Scheitel resp. dem Mittelpunkte des Viereckes nach dem Zenithe wenden, sondern dass die Linie, welche als die Seele des Primordiums angesehen werden kann, die der Axe, an welcher die Tragblätter befestigt sind, schneidet. Diese Richtung der Blüthen wird so lange beibehalten, als eine erhebliche Dehnung in der Axe nicht stattfindet (Taf. V, Fig. 18 fl^5, fl^6; Fig. 17 fl^1—fl^3), erst nachdem sich dieselbe vollzogen hat und nachdem der Raum für die Aufrichtung geschaffen worden ist, tritt die Blüthe in parallele Stellung mit der Hauptaxe.

Die erste Blüthe jederseits der Mediane des Tragblattes steht so, dass die Stirnseite, also die quadratische resp. subrhombische Fläche, nach der Lücke zwischen dem Blatte und dem benachbarten Gliede des zugehörigen Stipelpaares gewendet ist (Taf. V, Fig. 17 fl^2).

Ehe ich eine deutliche Anlage von Phyllomen am Blüthenprimordium erkennen konnte, erschienen in den Mitten der Parallelogrammseiten, vom Rande um eine messbare Grösse entfernt, simultan 4 winzige Kugelkalotten, die 4 Staubgefässe (Taf. V, Fig. 17 fl^3 und fl^4). Während dieselben heranwachsen, sprossen aus den 4 Ecken Blattgebilde hervor (Taf. V, Fig. 18 fl^5), zugleich wuchert die zwischen dem Rande und dem eigentlichen Vegetationspunkte gelegene Gewebemasse um den letzteren herum und erzeugt jene für die Ausbildung des unterständigen Fruchtknotens charakteristische Depression der Mitte der Blüthe. In relativ sehr kurzer Zeit ist eine vollkommen geschlossene Knospe entstanden, deren 4 scharf von einander zu unterscheidende Blätter die Petalen sind (Taf. V, Fig. 17 fl^1).

In derselben Reihenfolge, wie die Blüthen angelegt werden, entwickeln sie sich auch und bilden jene Blüthenschaaren, die im jüngeren Stadium unmittelbar dem Blattgrunde aufsitzen. Später aber schalten sich unterhalb der Blüthengruppe Stiele ein, die zuerst den ganzen Blüthenstand in die Höhe heben, dann zwei seitliche Gruppen von Blüthen stützen, die wiederum in kleinere Verbände zerfallen u. s. w. Kurz, es wird aus den Blüthenschaaren eine aus Seitenzweigen ungefähr dichasial aufgebaute lockere Inflorescenz gebildet; dort, wo die Äste I. Grades an einander stossen, befindet sich jenes oben erwähnte Blatt, welches als dreizipfliges Primordium sich ausgliederte und in dessen Achsel die übrigen Anlagen entstanden. Zwischen den beiden Inflorescenzen liegt dann in vielen Fällen noch eine dritte, deren Ausgangspunkt das regelmässig hinter den seitlichen Primanblüthen in der Entwicklung weit zurückgebliebene mediane Primordium (Taf. V, Fig. 17 *M*) darstellt. Die Disposition der Mittelblüthe der letzteren ist so, dass zwei Blumenblätter nach hinten, zwei nach vorn fallen. Die folgenden Blüthen treten in dieser Gruppe nach hinten, also der Axe zugewendet, auf und zwar ist das Arrangement derselben, wie bei denen der Seitengruppen, immer dergestalt, dass jedes neue Primordium in die Lücke zwischen 2 älteren sich einschiebt. Hat es subrhombische Gestalt, so fällt die Macrodiagonale in die Mitte der Lücke, jedenfalls liegen daher immer zwei Blumenblätter in dieser Richtung.

Die Beobachtungen, welche ich über die Ausbildung der Inflorescenz von Galium cruciata gemacht hatte, gaben mir eine befriedigende Lösung über eine mir lange räthselhafte Erscheinung. Wenn man die Sprosse von Vaillantia hispida L. untersucht, so macht man die merkwürdige Wahrnehmung, dass die Inflorescenzen in 4 zwischen den Blattzeilen geordneten Längsreihen stehen, sie machen durchaus den Eindruck von extraaxillären Sprossen. Jedes mit Blüthen beladene Sprösschen ist ein Drilling, dessen grösserer Mittelkörper eine tetramere fruchtbare Blüthe darstellt, während auf dem Rücken des breiten bandförmigen Trägers derselben, in welchem der Fruchtknoten eingebettet liegt, zwei trimere männliche Blüthen inseriert sind. Die Orientierung der Hauptblüthe stimmt ganz mit derjenigen meiner vorigen Art überein, das eine Blatt liegt vorn, eins hinten, zwei seitwärts, bei den trimeren sind immer zwei Blätter der Hauptblüthe zugekehrt, eins ist von ihr abgewendet. Die Entstehung der Hauptblüthen wies mir in der Ausgliederung der Blumenblätter u. s. w. keine Differenzen mit Galium cruciata auf.

Als ich nun die Vorgänge am Vegetationskegel prüfte, fand ich ebenfalls genau die gleichen Verhältnisse wie bei jener. In der Achsel

zweier gegenüberliegender Blätter trat je ein grosses Produkt auf, das sich bald theilte, worauf durch den Wachsthumsprocess, der im Blattgrunde eine tangentiale Streckung bedingte, die beiden Theilkörper an die Ecken rückten und sich schliesslich in die Lücke zwischen dem Tragblatte und dem nächst höheren benachbarten Nebenblatte einfügten. Der Unterschied gegen die mehrfach erwähnte Art von Galium bestand nur darin, dass hier eine Mediangruppe von Blüthen sich niemals entwickelte. Die Ursache dafür, dass eine solche Inflorescenz nicht auftreten konnte, lag darin, dass der Stengel sehr bald stark hervorspringende Kanten erzeugte, welche sich zwischen die lateralen Gruppen einzwängten und den Raum zwischen Blatt und Axe nahezu vollkommen in Anspruch nahmen.

Für unsere späteren Besprechungen wird es von erheblicher Bedeutung sein, die Stellung der Karpiden festzusetzen; ich will desshalb diesen Punkt für Vaillantia hispida noch erledigen. An einem fruchtenden Exemplare ist es leicht, die genaueste Einsicht zu erlangen. Die befruchtete weibliche Blüthe sitzt auf einem breiten Stiele von relativ nicht unbeträchtlicher Länge. Er ist unten ganz flach, dann verdickt er sich nach und nach und krümmt sich oben in einer steilen Curve nach aussen und unten. An seinem Ende befindet sich die oft einsamige Caryopse, indem diejenige Samenanlage, die ursprünglich nach vorn stand, die aber durch die Krümmung in enge Berührung mit dem Blüthenstiele kommt, abortiert. Die ebenfalls verdickten und verhärteten Blüthenstielchen der männlichen Blüthen stehen aufrecht und bilden zwei hornartige Fortsätze zu jeder Seite der Frucht. An der Basis sind dieselben beträchtlich verbreitert und umgeben den Stiel der weiblichen Blüthe als zwei parallele oder etwas nach vorn convergierende Lamellen. Die Fruchtknotenfächer stehen also bezüglich der Hauptaxe radial, das eine vorn, das andere hinten, dabei ist die Blumenkrone dergestalt über ihnen inseriert, dass je zwei auf eines derselben kommen.

Eine Pflanze nun, welche stets für die theoretische Interpretation der Stellatenblüthe von grösstem Belange war, ist Sherardia arvensis L. Ich halte es desswegen für wichtig, den Aufbau derselben zu verfolgen.

Die zahlreichen aus einem gemeinschaftlichen Centrum durch laterale Ausgliederungen entstandenen blühbaren Sprosse eines Stockes sind gewöhnlich mit Blättern besetzt, welche einen 6-strahligen Stern an jedem Knoten bilden. Die Lateralstrahlen an jedem Zweige, der sich zum Blühen anschickt, spriessen aus den Achseln nur je eines der Hauptblätter hervor, wobei die successiven Inflorescenzen immer um 90° divergieren, und zwar in der Weise, dass die Verbindungs-

curve derselben eine fortlaufende Spirale um die Hauptaxe bildet. Die unten paarigen Verzweigungen an jedem Knoten setzen also im oberen Theile des Zweiges vollkommen aus. Jeder Lateralstrahl läuft in eine 6- bis mehrblüthige Inflorescenz aus, welche von einem ganz ähnlichen Blattkranze, wie ihn der Knoten trägt, gestützt wird, nur hat dieser gewöhnlich 8 Elemente, welche am Grunde mit einander zu einer becherförmigen Hülle verwachsen sind. Die Entstehung der Blüthen an und für sich weicht von denen des Galium cruciata in sofern ab, dass jede nach der vollen Ausbildung auf den zwei Hälften des unterständigen Fruchtknotens noch je 3 Zähne entwickelt, welche den an den Früchten besonders auffallenden Kelch ausmachen.

Was nun die Entstehung der Inflorescenz anbetrifft, so vollzieht sie sich in einer Weise, welche von dem bisher beobachteten Entwicklungsgange durchaus abweicht. So lange die Pflanze keine Seitenäste erzeugt, stehen die 6-gliedrigen Blattsterne in genau abwechselnden Stellungen, d. h. die Strahlen fallen in die Lücken, welche die Elemente des vorausgehenden Sternes zwischen sich lassen. Das Verhältniss gleicht vollkommen dem Bilde, welches auch Galium aristatum L. bietet, wenn die Blattknoten mit je 6 Blättern versehen sind. Unterhalb des sanft gewölbten Vegetationskegels erscheinen simultan oder fast genau zur selben Zeit und auf gleicher Höhe 6 Blattprimordien, von denen zwei (die vielleicht um ein geringes früher auftreten) durch etwas grösseren Umfang sich auszeichnen. Diese sind, wie man durch Vergleich mühelos festsetzen kann, die Hauptblätter, die übrigen vier sind die Nebenblätter. Zwischen je zwei der letzteren ist, durch die beträchtlichere Grösse des unter ihnen befindlichen Hauptblattes bedingt, eine etwas grössere Lücke als zwischen je einem von ihnen und dem Hauptblatte desselben Knotens. Der nächste Blattwirtel stellt sich so, dass die Elemente wieder in die Lücken treten, die zwischen den vorhergehenden Gliedern sich befinden. Der Grössendifferenz der Lücken entsprechend fallen nun die etwas grösseren Primordien zwischen die Nebenblattpaare, also über die Hauptblätter des nächst voraufgehenden Quirls, die Nebenblätter zwischen jedes Haupt- und sein benachbartes Nebenblatt.

Diese sehr regelmässige Anordnung wird gestört, sobald Blüthenzweige bei Sherardia arvensis auftreten. Unter diesen Umständen findet man die oberen Blattquirle mit ihren gestauchten Achselprodukten zu sehr vielblättrigen Knospen zusammengedrängt. Betrachte ich einen bestimmten Fall, so sah ich auf ein 15 mm langes Internodium, aus dessen unterem Blattkranze eine ebenso langgestielte Inflorescenz entsprang, ein nur 1,5 mm langes mit ebenso langem Träger einer Inflorescenz folgen; oberhalb des letzteren waren

gedehnte Zwischenknotenstücke nicht mehr zu constatieren. In dieser echten Knospe befanden sich 4 weitere Blattknoten mit ihren Blüthenständen; neben der jüngsten Anlage auf gleicher Höhe und von demselben Blattwirtel umschlossen, lag der Vegetationskegel. Beide zusammen stellten (Taf. V, Fig. 19 *v* und if^2) einen gemeinschaftlichen Körper dar, indem die beiden Theile durch eine seichte Furche von einander geschieden waren. Es war kein Zweifel möglich, dass die Inflorescenz durch eine auf der langen Axe des elliptisch gedehnten Vegetationskegels senkrecht stehende Furchung abgetrennt worden war.

Die Grössen dieser Körper sind ausserordentlich gering. Der Vegetationskegel vor der Theilung misst nur 0,18 mm in der grössten, 0,09 in der kleinen Axe, so dass das Primordium der Inflorescenz in der ersten Anlage einen fast kreisförmigen, nur an der Berührungsstelle beider abgeplatteten, flach gewölbten Körper von 0,09 mm Durchmesser darstellt. Senkrecht zur Centralen, welche den Mittelpunkt desselben und den des neuen Vegetationskegels verbindet, streckt sich nun die Inflorescenzanlage in die Länge und zerfällt dabei in drei Theile (Taf. V, Fig. 19 if^1 und die rechts und links gelegenen Primordien), welche als die Primordien der ersten Blüthen anzusehen sind. Sie liegen derart, dass ihre Scheitelpunkte von derjenigen Linie getroffen werden, welche mit der Dehnungsrichtung zusammenfällt.

Die Laubblätter anbetreffend, so entstehen aus dem Vegetationskegel deren jedesmal 6, in der Zeit, wo er ellipsoide Form angenommen hat. Die beiden, welche in dem Ende der langen Axe sich befinden, treten zuerst auf, dann zwischen ihnen auf den sanfter gekrümmten Räumen des Ellipsoids je 2 andere. Die neue Furche, welche den Vegetationskegel wieder in ein Inflorescenzprimordium und den folgenden conjugierten Vegetationskegel zerlegt, verläuft zwischen den beiden letzten Paaren, wodurch 3 Blätter, nämlich ein Hauptblatt mit seinen 2 Nebenblättern unter den Vegetationskegel *v*, ein anderer Drilling unter die Inflorescenz if^2 zu stehen kommt (Taf. V, Fig. 19). An der letzteren treten nach der Dehnung zu ellipsoider Form ebenfalls zunächst 2 in den Enden der langen Axe befindliche Blätter hervor (Taf. V, Fig. 19 *f* und *f*), dann stellt sich ein mit jenen rechtwinklig gekreuztes Paar ein (f^1, f^1), das, wie mir schien, unmittelbar aus dem Mittelkörper der Inflorescenz, von dem sich zwei Seitenstrahlen in den Achseln der ersten Blätter abgegliedert haben, seinen Ursprung nimmt. Damit das nach hinten liegende Blatt Platz findet, rücken die Blätter am Vegetationskegel und an der letzten Inflorescenz ein wenig auseinander. In den Achseln dieser Blätter f^1 und f^1 erscheinen ebenfalls Primordien, und zwischen den nun vorhandenen 5, von denen die 4 peripherischen um den Mittelkörper gruppiert sind, schalten sich,

nachdem vorher 4 weitere Blätter aufgetreten sind, auch noch 4 neue Primordien ein. Auf diese Weise wird die Inflorescenz mit dem sie stützenden 8-strahligen Blattkranze hervorgebracht.

Die Entstehung der Blüthe erfolgt ganz nach der Weise, welche ich für Galium cruciata geschildert habe. Die Lage der Karpiden ist nach meinen Beobachtungen für die 5 ersten Blüthen derart, dass die drei sich zuerst ausgliedernden dieselben in die Centrale fallen lassen, d. h. in die Richtung, in welcher früher bereits eine Dehnung constatiert wurde; die beiden folgenden, die also, welche auf die Hauptaxe zu gewendet ist, und diejenige, welche zu ihr genau diametral gegenüberliegt, richten die Karpiden gleichsinnig zu einander, aber zur Centrale der 3 Primärblüthen senkrecht.

Der Kelch wird an der Sherardiablüthe erst spät ausgebildet, er tritt nämlich in der Form von sehr kleinen Zähnchen, zu je 3 gruppiert, oberhalb jedes Fruchtknotenfaches auf, wenn bereits die Eichen nahezu vollkommen oder bereits fertig entwickelt sind.

In dem Sprossaufbau zeigt die kleine Stellate Callipeltis cucullaria eine gewisse Übereinstimmung mit Sherardia in sofern, als auch hier die Inflorescenzen regelmässig nur aus der Achsel eines Blattes an jedem Knoten hervorspriessen. Während aber bei jener die Zahl der Blätter meist 6 beträgt, finden sich hier nur im unteren Theile der Achse 4 und mehr Blätter, in der floralen Region sinkt nach vorhergehender Verkleinerung des einen Paares die Zahl derselben auf zwei herab, zwischen denen auch nicht mehr, wie gar nicht selten in den Inflorescenzen der reichblüthigen Galien und Rubien, Stipularzähnchen gefunden werden. Der Blüthenstand dieses Gewächses weicht aber von allen anderen Stellaten ab. Er ist regelmässig dichasial verzweigt; der Lateralstrahl erster Ordnung endet in eine Blüthe, welche von zwei grossen laubigen, wahrscheinlich hell gefärbten Bracteen, die in der Mitte zusammengefaltet sind, gestützt wird; in der Achsel jeder derselben entsteht wieder eine Blüthe, welche 2 gleiche Begleiter hat, die abermals eine Blüthe aus der Achsel erzeugen. Auch die letzte besitzt 2 Vorblätter, mit denen entweder die Inflorescenz abgeschlossen wird, oder die noch eine, seltener zwei Blüthen mit Vorblättern hervorbringen. Jede Blüthe zeigt eine doppelte Krümmung, die eine liegt sub anthesi im geflügelten Blattstiel, die andere im Fruchtknoten. Die erste wendet dem Tragblatte die concave, die zweite die convexe Seite zu. Der Anlage nach sind zwei Fruchtknotenfächer entwickelt, die in der Mediane des Tragblattes liegen; aber nur das vordere umschliesst ein Eichen, das hintere ist leer. An dem mir nur zur Verfügung stehenden trocknen Materiale sind die Blüthen von dem in der Mitte gefalteten Tragblatte

umschlossen. Ob die zwei Hälften zur Blüthezeit auf der Rückseite sich auseinander begeben, um die Blüthe frei zu legen, oder ob die letztere durch jene sigma-förmige Krümmung aus der Umfassung des Blattes frei wird, um später sich wieder in den Schutz des Blattes zurückzubegeben, sollte in der Heimath der Pflanze untersucht werden; ich habe ähnliche Verhältnisse an mehreren Leguminosen beobachtet, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Ich komme nunmehr zu den theoretischen Fragen, welche die Stellaten betreffen. Bezüglich der Auffassung, dass in den Blattquirlen nur 2 Blätter als eigentliche Hauptblätter anzusehen, während die übrigen als Nebenblätter zu betrachten sind, finde ich auch nach der Entwicklungsgeschichte keine Veranlassung, von ihr abzustehen. Einmal giebt es, wie erwähnt, einige Stellaten, bei denen genau dasselbe Verhältniss vorliegt, wie bei anderen Rubiaceen, dass nämlich wirklich nur 2 laubige Spreiten vorhanden sind, während zwischen ihnen zwei kurze dreiseitige Spitzchen dieselbe Natur der stipulae interpetiolares aufweisen, die an vielen Coffeaceen beobachtet werden. Aber auch unsere Galien und Rubien, besonders schön Rubia peregrina L., lassen in der Inflorescenz alle wünschenswerthen Zwischenformen von ganz laubigen Blattsternen bis zu den soeben beschriebenen Gestalten, ja bis zum völligen Verschwinden der Nebenblätter auffinden. Schon früher habe ich bei Corchorus nachgewiesen, dass, wenn Blätter, die mit Nebenblättern versehen sind, in ihrer Ausgliederung eine Reduktion erfahren, zuerst die Stipeln in Wegfall kommen. Dieselbe Erfahrung machen wir auch hier.

Die Entwicklungsgeschichte von Galium cruciata und die gleichlaufende von Vaillantia hispida hat uns gezeigt, dass in der That die später vollkommen gleich aussehenden Stipeln auch nicht wie vollgültige Blätter erscheinen, sondern dass sie als Nebenorgane ausgegliedert werden, während die Hauptblätter die regelmässige Decussation fortsetzen.

Dafür freilich, dass bei diesen Pflanzen die Stipeln aus je zwei gesonderten Primordien verschmelzen, kann ich von Seiten der Entwicklungsgeschichte keinen Beweis bringen. Im Gegentheil habe ich auf das allerbestimmteste gesehen, dass die in der Einzahl vorhandenen Organe gleich von vornherein als einfache Blattanlagen erscheinen. Dies gilt aber auch von den 8-strahligen Blattsternen, hier treten simultan 3 Höckerchen unterhalb des Vegetationskegels hervor. Den von Eichler behaupteten Vorgang, dass bei 4-strahligen Sternen »zwei Blättchen im Laufe der Entwicklung wieder zu einem einzigen durch Ausfüllung der Bucht zwischen ihnen mit Zellgewebe« verbunden würden, oder dass bei den 8-strahligen Sternen das Füllgewebe sich

»separat zu einem neuen, von den beiden benachbarten getrennten Höcker« entwickele, habe ich nicht beobachten können. Ich meine auch, dass bei dem basipetalen Wachsthume der Blätter die Bucht niemals bis zum völligen Schwinden ausgefüllt werden kann, die Spitze solcher Blätter müsste unbedingt eine, wenn auch vielleicht nur sehr geringfügige Auskerbung zeigen, die an den von mir geprüften Arten nicht nachzuweisen ist; im Gegentheil laufen z. B. bei Galium aristatum Haupt- wie Nebenblätter in borstige Spitzen aus. Dass bei so dicht neben einander, bei den Galien und Rubien auch auf gleicher Höhe inserierten Blättern zuweilen die Blattbasen verschmelzen, und dass nun 2 Blätter gemeinschaftlich und verbunden weiter wachsen, kann man gelegentlich bei den Stellaten finden, in der Infloreseenzhülle der Sherardia arvensis ist die Verbindung sogar normal; daraus aber auf einen allgemeinen morphologischen Vorgang dann zu schliessen, wenn die formale Forderung, dass jedes Blatt zwei Nebenblätter haben müsse, hergestellt werden soll, scheint mir fehlerhaft zu sein. Die Blattpaare der Rubiaceen haben in ihrer gegenwärtigen Entwicklung zuweilen jederseits eine, zuweilen zwei, zuweilen mehrere gesonderte oder verbundene Stipeln zwischen sich; will man nun in speculativ-phylogenetischem Sinne den ersten Fall durch eine Verwachsung erklären, den zweiten für den normalen ansehen und jede Vermehrung durch Spaltung entstanden deuten, so ist eine solche Annahme nur für die subjektive Überzeugung gültig, beweisen lässt sie sich nicht. Ich sehe keinen Grund dafür ein, dass in dem Augenblicke, wo sich zwischen zwei opponierten Blättern einstmals Stipeln eingeschaltet haben, diese nicht sogleich in der Einzahl aufgetreten sein können.

Will man für die Spaltung diejenigen Verhältnisse ins Feld führen, welche die Spermacoceen, gewisse Psychotrieen und Hedyotideen mit den sogenannten stipulis lacerato-fissis bieten, so bleibt für mich die Entscheidung sehr zweifelhaft, ob diese Zähne oder linealen Zipfel, welche am Ende mit secernierenden Drüsen versehen sind, wirklich mit den Stipeln von Galium u. s. w. verglichen und gleich gesetzt werden können. Als besonders störend für diese Interpretation muss die Thatsache angesehen werden, dass es Spermacoceen giebt, bei denen die Lacinien an jeder Stipel in doppelten Reihen stehen.

Über den Blüthenstand der Stellaten äussern sich die meisten Morphologen dahin, dass gewöhnlich decussierte Rispen vorliegen, die meist in schraubelige Monochasien, unter Förderung aus dem α-Vorblatte, auslaufen. Wydler dagegen glaubte bei Galium cruciata Wickelendigungen zu erkennen. Bei den von mir untersuchten Arten

war ein Entscheid über die letzten Ausstrahlungen der weitschweifigen und sparrigen Blüthenstände nicht zu geben, da ich nur 2-blüthige Endigungen wahrnahm; ich habe aber schon an anderer Stelle darauf hingewiesen, dass solche Blüthenpärchen nicht mit Bestimmtheit für die eine oder die andere Form der Monochasien angesprochen werden können; zudem fehlen hier die Trag- und Vorblätter: ich glaube daher, dass man aus der Analogie mit der spiraligen Curve, in der die geförderten Zweige der unteren Sprossregion die Axe umkreisen, auf den Schraubeltypus geschlossen hat. Wie ich aus der Entwicklungsgeschichte der Inflorescenz von Galium cruciata gezeigt habe, sind auch bei dieser Pflanze weder Schraubeln noch Wickeln vorhanden. Die Blüthen entstehen vielmehr als Sprossschaaren und werden erst später mit Blüthenstielen und Stielchen versehen. Ursprünglich stehen sie alle mit Ausnahme der beiden ersten Seitenstrahlen im Achselgrunde des dorsalen Blattes, das unterhalb des ersten Blüthendrillings auftritt. Eine sehr bemerkenswerthe Form von Blüthengruppierungen begegnete mir häufig bei der brasilianischen Gattung Relbunium, die sich von Galium und Rubia nur durch das 2- bis 4blättrige Involucrum am Grunde des Fruchtknotens unterscheidet. Bei R. hirtum m. stehen unterhalb der Hauptblüthe gewöhnlich 3 in absteigender Reihe erzeugte weitere Blüthen, eine Zahl, die bei R. buxifolium m. sich bis auf 8 steigern kann. Sie sind zickzackförmig nebeneinander gereiht und zeigen alle vollkommen gleiche Orientierung der Cyklen. Von Bedeutung für eine spätere Besprechung ist hauptsächlich die Thatsache, dass die Fruchtknotenfächer alle median stehen. Ihrer Natur nach gehören diese Gruppen ebenfalls zu den Blüthenschaaren: die einzelnen Elemente treten in den vorhandenen Raum, welcher durch eine radiale Dehnung des Blattachselgrundes geschaffen wird; sie lehnen sich in ihrer Formation durchaus an die Disposition der geschaarten Sprosse an, welche in der Achsel der Blätter von Aristolochia clematitis L. auftreten.

Die Inflorescenz von Sherardia verhält sich bezüglich des Ortes, an dem sie erscheint, ganz den gewöhnlichen vegetativen Verzweigungen bei den Galium- und Rubia-Arten analog, nur dass bei ihr der gegenüberstehende Paarling, der geminderte Zweig aus dem zweiten Blatte ganz wegfällt. Die Entstehung derselben durch Parzellierung des Vegetationskegels legt die Frage nahe, ob der ganze Stengel, welcher die Inflorescenzen trägt, nicht vielleicht als Sympodium aufzufassen sei, in dem eine schraubelige Verkettung zum Ausdrucke gelangt.

Ohne Zweifel würden wir eine ganz bestimmte Antwort geben können, sobald wir zu entscheiden vermöchten, welche Bedeutung jeder

der beiden Parzellen beizulegen wäre. Bei allen Schraubeln ist mir bis jetzt die Bestimmung nicht schwer gefallen, ob die Hauptaxe in eine Blüthe aufgeht und die Fortsetzung des Systemes aus der Achsel eines Blattes hervorspriesst. Hier liegt nun die Sache anders. Die Ermittlung über den Werth der beiden Theilprimordien kann nur durch eine Deutung geschehen, die auf Grund von Analogien herbeigeführt wird. Ziehe ich die Ausbildung der Galiensprosse zu diesem Zwecke herbei, so werde ich den neuen Vegetationskegel als die restierende Hauptaxe auffassen, die Inflorescenz als einen Lateralstrahl aus dem anstossenden Blatte. Benütze ich dagegen als Analogon die Entwicklung einer Hypericum-Inflorescenz, so werde ich mir auch denken können, dass das Inflorescenzprimord die Hauptaxe regelmässig abschliesst und dass die zweite Parzelle die Fortsetzung des Sprosssystemes übernimmt. Ich gestehe gern, dass wir das Dilemma, in das wir gerathen müssen, vermeiden, wenn wir dem Vergleiche mit den Laubsprossen einen höheren Werth beilegen, und bin geneigt, der Ansicht beizutreten, dass es besser ist, wenn wir in dem mit Inflorescenzen besetzten Sprosse ein Monopodium erkennen, als ein Sympodium voraussetzen. Die Contaktbedingungen für die Ausgliederung solcher regelmässig den Stengel umkreisenden Seitenstrahlen müssen die gleichen sein, welche ich für die Entstehung von Schraubeln bei Hypericum festgesetzt habe: es müssen 2 Begleitblätter vorhanden sein und die Inflorescenzen *if′* und *if″* müssen mit dem Vegetationskegel, welcher Neubildungen erzeugt, im Contakte stehen; der vorhergehende Blüthenstand *if* muss aber so weit abgerückt sein, dass sich *v* nach der Richtung hin, wo er sich befindet, dehnen kann. Die Erfahrung, welche ich an diesem Blüthenstande gemacht habe, hat mich belehrt, dass ich genöthigt bin, eine frühere Behauptung aufzugeben. Ich hatte gemeint, dass man entwicklungsgeschichtlich zweifellos feststellen könnte, ob ein Sprosssystem eine Schraubel oder ein schraubelartiges Monopodium sei. Diese Ansicht ist nicht allgemein richtig.

Die theoretische Deutung des Diagrammes der Stellatenblüthe ist wiederholt sehr eingehend geprüft worden, weil hier wie bei den Oleaceen sehr auffällige und anormale Abweichungen in der Stellung der Fruchtblätter oder der Fruchtknotenfächer vorkommen. Bezüglich der Vorblätter herrschen bei dieser Gruppe der Rubiaceen verschiedene Verhältnisse. In gewissen Fällen hat jede Blüthe deren 2, wie bei vielen Arten der Gattung Asperula. Ich untersuchte Asperula cyanea und fand, dass an einem transversal gestreckten Primordium sich zuerst an den Enden der langen Axe des Ellipsoids die beiden Vorblätter abgliedern, die zu Tragblättern neuer Blüthen werden, deren Entstehung nicht von derjenigen sich unterscheidet, welche ich

an Galium schilderte. Andere Blüthen, besonders die an den letzten Ausgliederungen reichblüthiger Inflorescenzen der Gattung Galium, haben keine Vorblätter. »Das Fehlen derselben soll bald auf Unterdrückung beruhen, bald typisch sein«*); d. h. mit anderen Worten die Blüthenstellung ist eine solche, dass man dieselben, um jene auf die theoretisch vorgeschriebene Form zu bringen, bald ergänzen muss, bald nicht hinzufügen darf. Ob nun das eine oder das andere zu geschehen hat, hängt lediglich von der Stellung der Fruchtknotenfächer ab. Als Norm wird nämlich die Disposition betrachtet, der zu Folge sie, nach zwei vorausgehenden Vorblättern in regelmässiger Decussation mit 2 Sepalenpaaren, median liegen. Haben die Karpiden einer vorblattlosen Blüthe diese Stellung, so muss man die Vorblätter ergänzen; stehen die Karpiden aber transversal, so sind sie wegzulassen, denn nur auf diese Weise wird die in der Vorstellung festgehaltene Decussation gewahrt. Beides kommt in der Natur vor. Nun giebt es aber auch Blüthen, bei denen trotz der Vorblätter doch Transversalstellung beobachtet wird. Hier griff nun Eichler zu dem Auskunftsmittel, dass er nach der Analogie bei den Oleaceen über dem ersten Vorblattpaare noch zwei weitere einschaltete, »die zwar nicht zur Ausbildung gelangt sind, aber doch bewirken, dass sich die Stellung der Blüthe umkehrt«.

Ich möchte dieser Deutung nicht beipflichten, selbst wenn sie nicht im mechanischen, sondern in rein formalem Sinne gefasst ist, denn ich kann mir nicht vorstellen, wie zwei niemals zur Ausbildung gelangende Blätter einen Einfluss irgend welcher Art über zwei, oder wenn der Kelch, der so oft bei den Stellaten nicht entwickelt ist, auch noch ergänzt wird, über drei simultan entstehende Cyklen ausüben sollen.

Fassen wir die vorhandenen Organe nun nicht als Punktgruppen auf, sondern als reelle und bestimmte Wirkungen ausübende Körper, so wird die ganze Annahme, die durch keine Beobachtung begründet ist, vollkommen hinfällig. Bei den von mir studierten Blüthen entstehen die Blumenblätter, wie die Staubgefässe simultan, daher müssen die Entstehungsbedingungen vorläufig in den randlichen Partien gleich vertheilt sein, die Blüthen sind echt actinomorph. Durch simultan angelegte, regelmässig strahlenförmig vertheilte Organe wird aber eine Neutralitätszone gebildet, durch welche hindurch äussere Blätter eine Einwirkung auf die Stellung innerer Cyklen direkt nicht auszuüben vermögen.

Wenn nun der Raum isodiametrisch bleibt, so werden in der

*) Eichler Blüthendiagramme I. 261.

Regel, soweit meine Erfahrung reicht, isomere Cyklen im Innern gebildet; damit dimere entstehen können, muss immer eine Dehnung des Blüthenbodens in bestimmter Richtung vorausgehen. Dass eine solche bei den Stellaten stattfindet, lehrt die Betrachtung der fertigen Blüthen: bei ihnen ist die Axe durch die beiden Fruchtknotenfächer ausnahmslos grösser, als die, welche in der Scheidewand liegt. In dieser Richtung streckt sich nach dem Verschlusse der Blüthe durch die Blumenblätter der Blüthenboden und desswegen stehen die Griffel der Stellaten über den Mitten der Fruchtknotenfächer. Ihre Entstehung fällt nach dem Beginne der Dissepimentbildung in der Höhlung, die unter den Blumenblättern sich befindet. Die Stellen aber, wo die Wülste sich bilden, die den Fruchtknotenraum in zwei Fächer zerlegen, sind in der Mitte der breiteren Seiten des zu dieser Zeit im Querschnitte elliptischen Hohlraumes.

Bei einigen Pflanzen habe ich nun nachweisen können, dass die Dehnungsrichtung des Blüthenbodens und somit der Anlageort für die Karpiden nur durch die Contaktkörper bedingt wird. Ich beschrieb die Disposition der Vaillantia-Blüthe oben dergestalt, dass zwei Blumenblätter radial zur Hauptaxe, zwei seitlich davon lagen. Die beiden Fruchtknotenfächer sind ebenfalls radial orientiert, zugleich aber stehen später 2 Blumenblätter über jedem derselben. Hier ist also eine Veränderung eingetreten. Die Disposition der Fruchtknotenhöhle wird zweifelsohne bedingt durch die beiden männlichen Blüthen, die dicht an die Basis der weiblichen resp. hermaphroditen angeschmiegt liegen, so dass die Axe minderen Druckes, also die vorzügliche Dehnungsrichtung zwischen beide fällt. Diese Stellung wird ohne jede Ausnahme bei Vaillantia hispida angetroffen.

Wie stellt sich nun diese Pflanze zu der Eichler'schen Hypothese? Ich habe oben gezeigt, dass die Primordien der beiden Blüthendrillinge aus einem Achselprimordium durch Theilung hervorgehen. Jede der weiblichen Blüthen hat weder ein Deckblatt noch Vorblätter. Wollten wir nun das erstere ergänzen, so müsste es transversal zum Hauptblatte liegen, die beiden Vorblätter wieder rechts und links von ihm. Da nun die Mediane durch die Karpiden in der Linie liegt, welche den Divergenzwinkel zwischen den beiden benachbarten Blättern halbiert, so würde sie natürlich schief zu den construierten Blättern orientiert sein. Die Stellung wird also durch die erwähnte Hypothese nicht befriedigend erklärt.

Callipeltis cucullaria lässt nicht minder den Einfluss des Contaktkörpers deutlich an der Stellung der Karpiden wahrnehmen. Diese Pflanze ist dadurch gekennzeichnet, dass die Blüthen schon bei der Bildung der Fruchtknotenfächer von den in der Mitte zusammen-

gebrochenen Tragblättern eingeschlossen werden. Die beiden Hälften berühren den Fruchtknoten ganz eng und dieser hat desshalb die Fähigkeit, in der Richtung der Mediane eine erhöhtere Wachsthumszunahme zu erfahren als in der darauf senkrechten. Dementsprechend liegen die Fächer ohne Ausnahme in der Mediane des Tragblattes.

Ebenso ist man im Stande, wenigstens für die ersten drei Blüthen bei Sherardia arvensis den mechanischen Einfluss auf die Stellung der Fruchtknotenfächer nachzuweisen. In der Inflorescenz hat zuerst eine ganz vorwiegende Streckung in der Richtung der Centrale durch ihre Mitten statt. In demselben Sinne fand ich an allen jüngeren Blüthenständen die grossen Axen der Fruchtknoten und an ihren Enden die beiden Griffel.

Gerade diese Pflanze hat Eichler zur Demonstration seiner Anschauung gewählt, indem er von dem Gedanken ausging, dass das Involucrum ein Complex von Trag- und Vorblättern sei. Ich kann auch dieser rein formalen Auffassung nicht beitreten, weil es mir durchaus nicht möglich ist, den 8-strahligen Stern in seinen Elementen so zu vertheilen, wie die Theorie es fordert: die um die Centralblüthe gelagerten 4 Blüthen machen jede solche Construction illusorisch.

Schon oben bemerkte ich bei der Erwähnung der Blüthenschaaren in der Gattung Relbunium, dass sämmtliche Blüthen gleichgestellte und zwar zu der Richtung der Mediane des Tragblattes parallel orientierte Fruchtknotenfächer zeigen. Auch hier fallen demgemäss die beiden geförderten Wachsthumsrichtungen, die Dehnung im Blattgrunde, welche durch die in absteigender Reihe eingeschalteten Blüthen bewiesen wird, und die Streckung der Fruchtknotenhöhle wiederum zusammen. Tragblätter besitzen diese Blüthen überhaupt nicht, die Orte, an welchen sie zu ergänzen wären, weiss ich nicht anzugeben, eine theoretische Deutung dieser Blüthen ist somit geradezu unmöglich.

Ich möchte darauf hinweisen, dass jedenfalls nicht blos bei den Stellaten, sondern auch bei den Oleaceen und Jasminaceen ganz dieselben Variationen in der Stellung der Fruchtknotenfächer durch dieselben Ursachen bedingt werden dürften. Leider konnte ich entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an beiden Familien nicht verfolgen, die ziemlich eingehenden Betrachtungen von jüngeren Knospen gaben mir aber gerade Veranlassung, später bei den Stellaten diese Erscheinung mit Aufmerksamkeit zu prüfen. Besonders deutlich an den Blüthen von Ligustrum findet man die Blumenblätter paarig zusammengefasst; in den Enden der langen Axe des Blüthengrundes, welche die Paare halbiert, liegen immer die Karpiden.

Dass das gelegentliche Auftreten von Vorblättern an Blüthen, die

gewöhnlich davon frei sind, von gar keiner Bedeutung für die Stellung der Karpiden ist, fand ich bei einer interessanten Pflanze aus der Tribus der Coussareen. Der Blüthenstand dieses Gewächses, der Faramea pendula Müll. Arg., ist recht merkwürdig und ich erinnere mich nicht, irgend wo einem ähnlichen begegnet zu sein. An den Enden der Zweige nämlich stehen auf einem stark in die Breite, d. h. senkrecht zum Tragblatte, gedehnten, von vorn nach hinten zusammengedrückten, sanft gekrümmten Podium genau nebeneinander, von der Mitte aus nach den Seiten zu sich verjüngend, jederseits der Mittelblüthe 3 bis 4, seltener mehr Blüthen. Sie liegen alle genau in einer Ebene und werden an den äussersten Kanten des Podiums rechts und links zum Tragblatte von 2 Blättern gestützt, die, auffallend gefärbt, in ähnlicher Weise wie gewisse Bracteen von Mussaenda oder die laubigen Kelchblätter von Warszewiczia, Pallasia, Capirona ebenfalls unter die Rubiaceen gehörig, als Schauapparate fungieren. Die Blüthen sind dicht an einander gedrängt und haben sich dem Drucke zwischen dem Schaublatte und der vorhergehenden Blüthe entsprechend wieder transversal zu jenem gedehnt; an Herbariummaterial kann man, trotzdem dass sich die Inflorescenzen beim Trocknen immer auf die flache Seite legen und dass sie somit entgegen jener Richtung gepresst sind, die Differenz zwischen der Breite und der Tiefe deutlich constatieren. Der transversalen Streckung gemäss liegen die zwei nur sehr unvollkommen und blos an der Basis deutlich getrennten Fruchtknotenfächer sämmtlich in gleichem Sinne orientiert und zwar quer zu dem Schaublatte. In den meisten Fällen haben die Blüthen der Faramea pendula Müll. Arg. keine Vorblätter, an einigen habe ich aber solche gefunden; sie lagen ebenfalls an den Enden der langen Axen und zwar dicht unterhalb des Fruchtknotens. Ob sie nun vorhanden waren oder nicht, die Stellung der Fruchtknotenfächer war stets dieselbe, die Blätter konnten also unmöglich einen Einfluss auf die Disposition der Fächer ausgeübt haben.

Ich habe nach diesen Erfahrungen die Überzeugung gewonnen, dass die ganze Hypothese von der Einschaltung der Vorblätter nur ein Nothbehelf ist, um die unliebsame Unregelmässigkeit in der Disposition der Fruchtknotenfächer oder, wie man gewöhnlich meint, der Karpiden zu eliminieren. Nach meinen Beobachtungen halte ich es vielmehr für höchst wahrscheinlich, dass die Stellung derselben stets abhängig ist von gewissen Dehnungen, die in den Blüthen vor sich gehen und welche von den benachbarten Axen oder Blättern als Contaktkörpern reguliert werden. Der Zukunft muss vorbehalten bleiben, durch erneute Untersuchungen in noch grösserer Zahl die ganze Frage weiter aufzuhellen.

Die weitere Interpretation der Stellatenblüthe ist von EICHLER auf mannigfaltige Weise dargestellt worden, in Sonderheit hat er den Kelch von Sherardia sehr eingehend erörtert. Er meinte, »die Sechszahl dürfte sich wahrscheinlich durch Spaltung der inneren Kelchtheile aus der typischen Tetramerie ableiten lassen«; man könnte aber auch annehmen, »der äussere Kelchquirl sei noch dimer, der innere bereits tetramer geworden«; weiter könnte man denken, »die zwei kleinen Zähnchen seien Nebenblätter der grossen«. Unter der letzten Annahme würde man zu der Hypothese greifen können, dass auch die tetrameren und gelegentlich pentameren Kelche dimere Quirle darstellten u. s. w. Dies sind alles Speculationen, mit welchen wohl die Reihe der Möglichkeiten noch nicht abgeschlossen ist, deren Zweck ich aber, da ein sicherer Entscheid nicht gegeben werden kann, nicht recht einsehe. Welcher von ihnen der Vorzug gegeben wird, hängt lediglich von den Analogien ab, die gerade besonders in Rücksicht genommen werden; sie sollen alle genetisch sein, in Wirklichkeit trifft keine mit den Erscheinungen, welche die Entwicklungsgeschichte wahrnehmen lässt, zusammen. Der Kelch der Stellaten entsteht so spät, dass ihm eine Einwirkung auf die Disposition der Cyklen in keiner Weise zukommt; in vielen Fällen, wie z. B. bei Galium cruciata, Vaillantia, Callipeltis, wird er überhaupt nicht entwickelt, und darüber zu speculieren, ob ein nicht vorhandener Cyklus als monocyklisch oder dicyklisch angesehen werden soll, halte ich für zwecklos. Bei Sherardia tritt der Kelch so spät auf, dass zwischen den beiden Fruchtknotenfächern bereits eine tiefe Furche vorhanden ist. Wenn er früher erscheinen würde, etwa um dieselbe Zeit wie bei Rubia tinctorum, so dürften wahrscheinlich nur 4 Blätter unterhalb der Lücken zwischen den Blumenblättern sich zeigen. Unter den obwaltenden Umständen scheint die Furche ein Hinderniss für die Anlage jener Zähnchen zu bilden, der Raum aber, welcher oberhalb der Fächer jederseits zur Verfügung steht, ist so gross, dass für drei so kleine Primordien wie die simultan auftretenden Kelchzähnchen genügender Platz vorhanden ist. Die Behauptung, dass man in diesen Körperchen zwei Cyklen erkennen soll, wovon die in der Mediane der Fruchtknotenfächer den äusseren, die 4 kleinen den inneren ausmachen, wird durch die Beobachtung in keiner Weise unterstützt. Ebenso kann kein gewichtiges Moment dafür vorgebracht werden, dass die ersten Körperchen als Hauptblätter, die benachbarten als Stipeln betrachtet werden müssten. Über diese Angelegenheiten kann sich Jeder seiner subjektiven Überzeugung nach eine Theorie zurecht machen; die reelle Untersuchung kann darüber kein Urtheil abgeben, für sie ist die Sache ohne Bedeutung.

Meine Studien über die Spermacoceen der Flora Brasiliensis, die ich nach und nach auch über die Vertreter dieser Tribus in der alten Welt ausgedehnt habe, liessen mir die genaue Kenntniss über den Aufbau ihrer Blüthe wünschenswerth erscheinen. In dem Berliner botanischen Garten werden seit alter Zeit 3 Arten cultiviert, die ich sämmtlich studiert habe, nämlich Diodia dasycephala Ch. et Schl., Spermacoce tenuior Gärtn. und Richardsonia Brasiliensis Gomez, die gewöhnlich unter dem Namen Richardsonia scabra L. geht.

Der Blüthenstand von Spermacoce tenuior ist axillär und stellt ein kleines Köpfchen dar, welches sich nur aus der Achsel des einen Elementes jedes decussierten Paares entwickelt. Der etwa kugelförmige Körper baut sich ziemlich regelmässig dichasial auf, jeder Hauptblüthe gehen zwei Vorblätter voraus, in deren Achsel secundäre Strahlen sich entwickeln. Die jüngsten Anlagen der Blüthen sind sehr winzig, sie haben kaum 0,1 mm im Durchmesser und stellen flache, fast kreisförmig umschriebene Scheibchen dar, die nach und nach elliptisch werden (Taf. V, Fig. 20), wobei die lange Axe in die Linie fällt, welche den Divergenzwinkel zwischen Trag- und Vorblatt halbiert. Das elliptische Primordium bildet sich dann in ein rhombisches um, dessen stumpfer Winkel fast stets erheblich von einem rechten abweicht (Taf. V, Fig. 21); die 4 Ecken desselben sind die Orte, an welchen die Kelchblätter hervortreten werden. Ehe sie aber erscheinen, erhebt sich vor dem Rande nach dem Centrum der Blüthe zu ein continuierlicher Ringwall, wobei sich das ganze Primordium mehr dem quadratischen Umfange nähert; daher hat der Ringwulst die Gestalt eines kreisförmigen Kranzes. Nach seiner Ausgliederung, zuweilen auch mit ihr treten die 4 Kelchzähne deutlich hervor (Taf. V, Fig. 22), und zwischen ihnen erheben sich aus dem Wulste 4 Blattanlagen, die sehr schnell zusammenschliessen und einen halbkugelförmigen Hohlraum umgeben (Taf. V, Fig. 23), auf dessen Grunde zwischen den Elementen der Glocke 4 Staubgefässe erscheinen.

Die Anlage der Karpiden habe ich nicht verfolgt. Ich habe aber an vielen Spermacoceen der verschiedensten Gattungen in den entwickelten Blüthen eine Stellung der beiden Fruchtknotenfächer von solcher Art gefunden, dass zwischen den Stellaten und ihnen ein durchgreifender Unterschied ist. Bei den ersteren habe ich darauf hingewiesen, dass immer 2 Blumenblätter auf jeder Hälfte des Fruchtknotens sitzen, bei vielen Spermacoceen liegen aber je 2 derselben in der Mediane, die beiden anderen stehen über den Commissuren. Hierdurch kommt bezüglich des orthogonal gestellten Kelches eine Schiefstellung der Karpiden zu Stande, die beim Aufplatzen der Früchte

ausserordentlich auffällt, man findet nämlich die Fruchtklappen von den in der Regel ungleichförmig getrennten Kelchzähnen so gekrönt, dass auf der einen drei sitzen, während auf der anderen nur einer sich befindet. Diese Eigenthümlichkeit, welche besonders bei der Gattung Psyllocarpus sehr auffällt, brachte mich dazu, die Karpidenstellung genauer zu verfolgen. Wollte man nach der gewöhnlichen Theorie der Stellatenblüthe die jener Gattung interpretieren, so würde man diese Schiefstellung nicht erklären können. Ich will nun versuchen, von mechanischen Gesichtspunkten aus eine Erklärung zu geben.

Ich bemerkte oben, dass die Dehnung des Primords aus der Kreisform zur Ellipse und endlich zur rhombischen Gestalt in der Richtung erfolgt, dass die Macrodiagonale zwischen Trag- und Vorblatt fällt, ein Ort, der als einzige vorhandene Lücke im Systeme die Stelle eines Druckminimums sein muss. Durch die Formgebung ist die Orientierung der Kelchblätter bestimmt, sie liegen schief sowohl zu dem einen wie dem anderen Begleitblatte. Wenn sich nun die Blüthe vergrössert, so tritt sie, wie die Beobachtung lehrt, zwischen diejenigen nächst höheren Grades und ihr eigenes Tragblatt. Der Grund dazu liegt darin, dass sie, wie die vorige Hauptblüthe, am Grunde durch Sprossungen aus ihren Vorblättern zwei benachbarte Blüthen als Begleiter erhält. Damit die letzteren Raum für ihre Entwicklung finden, muss sich das Tragblatt der jetzigen Hauptblüthe am Grunde dehnen. Diesem Wachsthumsprocesse folgt auch das Blüthenprimordium, es streckt sich quer zum Tragblatte, und dies ist die Ursache, warum die beiden Fruchtknotenfächer und die beiden Griffel in die Richtung der Transversale fallen.

Die Vertheilung der Kelchblätter ist nun eine solche, dass auf das Tragblatt zu zwei derselben gelegen sind, folglich liegt vor ihm ein Blumenblatt, die übrigen der letzteren befinden sich in orthogonaler Kreuzstellung. Aus dieser Disposition geht hervor, dass die Dehnungsrichtung der Blüthen in der Mediane der beiden transversalen Blumenblätter gelegen ist, und dass somit die 2 Fruchtknotenfächer und die Griffel über diese Blätter fallen. Bisher war man und war auch ich der Meinung, dass eine tetramere Blüthe nur so gestellt werden könnte, dass ein Kelchblatt auf den Beschauer zugekehrt ist. Ich habe in der Flora Brasiliensis die Diagramme der Spermacoceen von dieser Voraussetzung aus dargestellt. Die Schemata sind richtig entworfen, namentlich ist die schiefe Orientierung der beiden Fruchtknotenhöhlen bezüglich des einen Sepalums zur Darstellung gebracht. Damit aber die natürliche Disposition herauskommt, muss die Blüthe so gestellt werden, dass die Mediane durch die Fruchtknotenfächer parallel mit dem Tragblatte verläuft.

Die von MÜLLER Arg. über die eineiigen Rubiaceengattungen in der Flora Brasiliensis mitgetheilten Figuren lassen erkennen, dass auch bei den Tribus, die er behandelt hat, Schiefstellungen der Karpiden bezüglich des Kelches nicht fehlen. Die Hedyotideen indess, welche sich habituell den Spermacoceen oft so ausserordentlich nähern, dass nur die Untersuchung des Ovars genauen Aufschluss giebt, besitzen wenigstens bei den Arten mit lockeren Inflorescenzen zum Kelche orthogonale Stellung der Fruchtknotenfächer.

Richardsonia scabra Gomez weist mit veränderten Inflorescenzverhältnissen auch ein wenig abweichende Blüthen auf. Jede Hauptblüthe an einem Sprosse hat unter sich 2 grosse, rundliche, laubige Begleitblätter. Zwischen jedem Blatte und der Terminalblüthe entstehen unter der letzteren je zwei secundane Blüthen. Die Terminalblüthe mit jeder einzelnen der 4 secundanen sind als die Anfänge von 4 Blüthenschaaren zu betrachten, deren Elemente sich in unbegrenzter Zahl zwischen die beiden im Alter vorausgehenden Blüthen und dem Begleitblatte einschalten.

Die Art und Weise, wie diese Primordien ausgegliedert werden, ist bemerkenswerth. In dem Masse als sich nämlich durch Dehnung im Blattgrunde das laubige Blatt von der ältesten Blüthe der Schaar entfernt, wächst das jüngste Primordium seitwärts aus und schickt einen niedrigen sohlenartigen Körper zwischen die letzte Blüthe und die innere Blattfläche (Taf. V, Fig. 24, *s*); zugleich wächst es in der Richtung der Dehnung median, so dass hier niemals ein freier Raum bleibt. Eine Anlage von Blüthenphyllomen ist vorläufig nicht zu erkennen, wohl aber bildet sich an der Spitze der Sohle ein Blatt *f'*, welches in die lange Axe des vergrösserten Primordiums fällt. Durch eine Furchung *F*, die senkrecht auf der langen Axe steht und das Primordium in dem Verhältniss von ca. 1 : 2 theilt, wird vor dem entstandenen Blatte *f'* ein neues Primordium abgeschnitten. Die zweite auf *f* zu gelegene Parzelle der Sohle erhebt sich nun ziemlich beträchtlich, und indem sie sich dem vorhandenen Raume anpasst, wird sie gerundet dreiseitig, die grösste Seite stösst dabei an das Blatt, in dessen Achsel die Schaar sitzt, an, die gegenüberliegende Spitze schiebt sich zwischen die zwei vorhergehenden Blüthen ein. Am Scheitel ist das Primordium sehr flach gewölbt. An den drei Ecken entstehen nun 3 Kelchblätter, von denen das zwischen den Blüthen gelegene wohl meistens etwas früher auftritt. Während sich dieselben ausbilden, erhebt sich wiederum in dem mehr und mehr im Umrisse gleichseitig werdenden Körper der von Spermacoce her bekannte kreisförmige Ringwall (Taf. V, Fig. 25), auf dem sich in der Regel 6 Blattanlagen, je 2 zwischen 2 Kelchblättern entwickeln. Sie schliessen sehr schnell

zusammen und im Grunde der von ihnen gebildeten Kugelkappe erscheinen die 6 Staubgefässe. Die unter dem Drucke der benachbarten Blüthen stehende Fruchtknotenhöhle nimmt dreiseitige Form an, und entsprechend dieser Gestalt treten aus den Mitten der Flächen Wülste hervor, welche dieselbe in 3 Fächer zerlegen. Die übrigen Kelchblätter erscheinen erst ziemlich spät zwischen den sich schnell vergrössernden bereits vorhandenen. Aus der Art der Entwicklung des Blüthenstandes geht hervor, dass in ihm ein Borragoid erkannt werden muss. Wie die äusseren Bedingungen mit denen, die ich von Tradescantia erwähnte, ausserordentlich übereinstimmen, so ist auch der Modus der Ausgliederung vollkommen zwischen beiden in den wesentlichen Zügen gleich. Hier wie dort weicht das Blatt, in dessen Achsel die Inflorescenz sich entwickelt, allmälig von der jüngsten Blüthe zurück; der letzte Vegetationskegel schickt eine Verlängerung in den freiwerdenden Raum vor, an dessen Spitze ein neues Blatt sich bildet, das als Vorblatt des letzten Blüthenprimordiums zu betrachten ist. Dann erfolgt die auf der langen Axe senkrechte Furchung, wodurch das Blüthenprimordium von dem conjugierten Vegetationskegel abgesondert wird. Wenn sich nun aus dem Blüthenprimordium auf der einen Seite eine Tradescantiablüthe, auf der anderen eine Richardsoniablüthe entwickelt, so müssen beide zwar den äusseren Contaktbedingungen gemäss sein und sind wahrscheinlich als Produkte ihrer Umgebung aufzufassen, die Grössenverhältnisse aber, in denen die vorhandenen Körper unter sich und zu dem neuen Gebilde stehen, sind die specifischen Eigenthümlichkeiten, die beiden zukommen, hierin liegt die Summe der ihnen erblich übertragenen Besonderheiten. Wir können vorläufig keine Erklärung dafür finden, desshalb bezeichnen wir sie mit diesem complexen Begriffe.

Der Umstand, dass bei Tradescantia in der Achsel jedes Begleitblattes eine Wickel entsteht, bei Richardsonia Brasiliensis aber immer 2 sich ausbilden (Taf. V, Fig. 24), die durch den starken Mittelnerven des Blattes von einander getrennt werden und unter sich nicht im Contakte stehen, bringt keine erhebliche Differenz ins Spiel. Die grubigen Vertiefungen zu beiden Seiten des Mittelnerven wirken ebenso jede für sich, wie die leichte Aushöhlung an der Blattbasis von Tradescantia.

Dass die sehr deutlich ausgesprochene Trimerie der Richardsoniablüthen, welche in der ganzen Verwandtschaft von R. Brasiliensis in ausserordentlicher Weise, und zwar gegen das gewöhnliche Vorkommen bei den Rubiaceen vorherrscht, von diesen Contaktverhältnissen abhängig ist, erscheint mir wegen der stets dreiflächigen Form der Blüthenprimordien nicht unwahrscheinlich. Wenn Eichler bei

den trimeren Blüthen der Asperula tinctoria L. das Verhalten der Monocotylenblüthen äusserlich wieder erkennt, so können wir von Richardsonia nicht das gleiche aussagen. Auch zu Gunsten der zweiten Möglichkeit, die er ins Auge gefasst hat, »dass die Dreizahl nur aus Unterdrückung gewisser Theile und entsprechender Verschiebung der übrigen aus einem tetrameren Typus herstamme«, lässt sich kein irgendwie stichhaltiges Moment vorbringen. Ich habe die erwähnte Asperula nicht untersucht, kann also nicht sagen, ob und auf welche Art die Entstehung der Blüthen zu analysieren ist, so weit ich aber diese Form kenne, dürfte eine Entwicklung nach Art der Monocotylen völlig ausgeschlossen sein. Ob man wird nachweisen können, dass dieselbe ursprünglich tetramer angelegt ist und dass die von Eichler vorgestellten Veränderungen Platz greifen, kann nur durch genauere Beobachtungen ermittelt werden. Sollte die Umbildung indess nur eine vorgestellte sein, sollte also nur eine theoretische Transformation auf das übliche Stellatenschema durch die hervorgehobenen Worte ausgedrückt werden, so kann die reale Untersuchung für die Entscheidung dieser Angelegenheiten nichts beitragen. In die nähere Verwandtschaft von Richardsonia Brasiliensis gehört eine Gruppe von 4 Pflanzen, die ich allerdings in derselben Gattung belassen habe*), die aber doch von jener dadurch abweicht, dass ihre Blüthen gleich denen der meisten Spermacoceen tetramer sind. Ich habe sie als Section Asterophyton zusammengefasst. Das getrocknete Material erlaubte nicht eine genauere Einsicht in den Aufbau der Inflorescenz, doch schien es mir, als ob die 4 Wickeln hier nicht ausgebildet wären, sondern dass der Blüthenstand sich enger an den von Spermacoce tenuior anschlösse. Es wäre sehr erfreulich, wenn die Untersuchung an frischem Materiale vorgenommen werden könnte, damit für diese Section die Contaktbedingungen der Blüthen ermittelt würden.

Zu den bisher besprochenen Entwicklungsweisen der Blüthen in der umfangreichen Familie der Rubiaceen gesellt sich nach den vorliegenden, wenig umfangreichen Untersuchungen noch eine andere Form: bei Coffea Arabica L. wird den Beobachtungen Marchand's zufolge zuerst ein Kelch in spiraliger Folge angelegt, nach welchem simultan eine 5-gliedrige Corolle und dann wieder gleichzeitig ein Staubgefässcyklus von 5 Gliedern erscheint. Muthmasslich ist diese Blüthenanlage bei den fremdländischen Rubiaceen aus den grossblüthigen Tribus der Cinchoneen, Gardenieen u. s. w., die oft ausserordentlich beträchtlich entwickelte Kelche besitzen, bei denen sogar das eine oder das andere Blatt laubig oder petaloid gefärbt sein

*) K. Schumann Rubiaceen in Flora Brasiliensis 92. t. 88. Fig. 1.

kann, sehr weit verbreitet. Nicht minder bleibt bei tetrameren Blüthen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass echt decussiert aufgebaute Formen vorhanden sein können, wenigstens machen mir einzelne Faramea-, Psychotria- und Rudgea-Blüthen ganz den Eindruck, als ob die sogenannte typische Ausbildung bei ihnen vorläge.

Endlich würde es mich nicht überraschen, wenn bei einigen zygomorphen Formen, besonders unter den Cinchoneen, wie z. B. bei Capirona, vielleicht bei Coutarea oder unter den sich eng an die Bignoniaceen anschliessenden Henriquezia und Platycarpus auch die zygomorphe Entwicklung nachgewiesen würde.

Wir kommen also zu dem Resultate, dass ein einheitliches Schema für die Rubiaceen im Bau der Blüthen nicht existiert. Die Vorstellung, dass in allen tetrameren die Idee zum Ausdruck kommt, derzufolge »der Kelch ein decussiertes Paar darstelle, mit denen Krone und Staubgefässe, die ebenfalls dimer sind, paarig wechseln, worauf die Karpiden in fortgesetzter Decussation ihre Stellung zwischen die Vorblätter erhalten«, ist von formalem Standpunkte aus schon anfechtbar, von ontogenetischem aber überhaupt nicht zu halten. Der Versuch, durch Spaltungen, Verschiebungen und Verwachsungen die Mannigfaltigkeiten, welche sich an den entwickelten Blüthen wahrnehmen lassen, unter einen Hut zu bringen, ist, wie Jedermann bei dem vorurtheilslosen Verfolge dieser Constructionen erkennen muss, schlechterdings aussichtslos. Die Schwankungen, dass man sich den Verhalt wohl so oder auch wohl anders denken dürfte, bringen in die Darstellungen eine solche Unsicherheit, dass ich einen Gewinn für die wissenschaftliche Erfassung nicht sehen kann.

Betrachten wir dagegen die Angelegenheit von mechanischen Gesichtspunkten, so glaube ich in der Constatierung der erwähnten Thatsachen eine Reihe von beachtenswerthen Momenten gefunden zu haben. In einzelnen Fällen war es mir möglich, die Stellung der Organe auf die Form der zur Verfügung stehenden Räume zurückzuführen. Wenn ich aus diesen Formen auf die herrschenden Druckverhältnisse geschlossen habe, so kann ich zwar die absoluten Grössen der Drucke nicht messbar bestimmen, ich kann aber doch die Druckdifferenzen festsetzen, welche nach den Contaktverhältnissen und den stattfindenden Wachsthumsprocessen vorhanden sein müssen. Auf diesem Wege glaube ich in mehreren Fällen die bestehenden Dispositionen ursächlich begründet zu haben.

Der Familie der Rubiaceen sehr nahe verwandt sind die Loniceraceen, so dass ich dem Vorschlage Baillon's durchaus beipflichtend gegenüber stehe, beide mit einander zu verbinden. Die Übergangsglieder werden durch die Sambuceen gebildet, von denen ich

aus der Gattung Viburnum mehrere Arten prüfte. Ich fand zwei verschiedene Entwicklungsmoden. Bei Viburnum opulus L. und Verwandten entsteht in der Achsel jedes Tragblattes, welches als Vorblatt für die vorausgehende Blüthe fungiert, ein flacher Vegetationskegel, der sich zu einem fast keulenförmigen Gebilde erhebt, das oben sich abflacht und sich endlich ein wenig vertieft. An seinem Rande treten simultan oder doch ohne regelmässige spiralige Folge 5 Primordien hervor, welche wieder ziemlich schnell zusammenschliessen, nachdem an der noch offenen, fünfzähnigen Schale abwechselnd mit den Zähnen im Innern 5 halbkugelige Körper hervorgetreten sind. Die ersten Ausgliederungen sind die Blumenblätter, die zweiten die Staubgefässe. Der Kelch erscheint erst später. Eine Einwirkung der Contaktkörper, nämlich der älteren Blüthe, sowie der drei Begleitblätter, des Tragblattes und der zwei Vorblätter resp. der in ihren Achseln erschienenen neuen Blüthenprimordien habe ich nicht nachweisen können.

Bei Viburnum lantana L. dagegen geht zwar die Entwicklung der Primordien zu den keulenförmigen Gebilden ganz analog vor sich, die ersten Ausgliederungen, die 5 Zähnchen, die wieder fast oder ganz gleichzeitig erscheinen, sind aber keine Petalen, sondern 5 Kelchblättchen. In mehreren Fällen fand ich an dieser Art dasjenige Blatt, welches zwischen dem Trag- und dem einen Vorblatte lag, früher gebildet und auch später mehr entwickelt als die übrigen; indess war diese Erscheinung keineswegs als der Anfang einer spiralen Disposition der Kelchblätter aufzufassen. Innerhalb dieser Organe bildete sich der von den Spermacoceen her bekannte Ringwulst, auf dem die 5 mit den Kelchzähnen abwechselnden Blumenblätter hervortraten. Die übrige Ausbildung schloss sich an den bei V. opulus besprochenen Gang an.

Die Differenz, welche ich zwischen den von mir untersuchten Stellaten und Spermacoceen nachzuweisen Gelegenheit hatte, findet sich also bei Viburnum in derselben Gattung. Auf Grund der früher bekannten Entwicklungsgeschichte der Rubiaceenblüthe hat Baillon diese Familie nebst einer Reihe anderer, wie die Dipsacaceen, Umbelliferen etc. als asepale bezeichnet. Ich kann mich den von Eichler gegen diese Vorstellung vorgebrachten Einwendungen nur anschliessen. Die Begründung seiner Ansicht fand Baillon darin, dass er meinte, jeder Kelch müsse in spiraliger Folge angelegt werden; die französische Schule sah geradezu in der Art der Entstehung den Unterschied zwischen Kelch und Krone. Die ausserhalb der letzteren befindlichen Zähne sah er für Discusemergenzen an.

Eichler hat die ganze Schlussfolge leicht als nicht richtig dadurch

hingestellt, dass es Rubiaceen giebt, bei denen ein echter Kelch auch der Entstehung nach vorhanden ist und dass er auf die succedane Ausbildung gewisser Corollen hinwies. Ich habe schon bei früherer Gelegenheit gezeigt, dass die Ontogenese zwar mannigfache Aufklärungen gewähren kann, dass aber eine Entscheidung über morphologische Kategorieen von ihr nicht erwartet werden darf. Schon desshalb sind die Definitionen der Franzosen über Kelch und Krone mangelhaft und anfechtbar. Solche Trennungen zu machen, wenn sie wünschenswerth erscheinen, ist nur der Vergleich im Stande. Überall da, wo eine doppelte Blüthenhülle vorhanden ist, wird für mich die äussere ein Kelch sein. Ist blos eine einfache entwickelt, so giebt es für die Frage wahrscheinlich keine Lösung, denn, wie ich später nachweisen werde, ist die Stellung der Staubgefässe, aus der man unter Umständen auf den Abort einer Blüthenhülle schloss, vielfach von ganz anderen Factoren abhängig als von der Annahme eines fehlgeschlagenen Schaltkreises.

h. Die Blüthen der Urticaceen.

Über die Entwicklung der Inflorescenzen dieser Familie kann ich mich desswegen kürzer fassen, weil sie Goebel in seiner so wichtigen Arbeit über die dorsiventralen Inflorescenzen eingehend ihrer Entstehung nach geschildert hat.*) Meine Untersuchungen, die sich auf Urtica membranacea Poir., U. Magellanica Poir., U. parviflora Roxb., U. dioica L. und U. urens L., sowie auf Parietaria officinalis L., ramiflora Mch. und Mauritanica Dur. beziehen, stimmen im Grossen und Ganzen mit den seinen überein. Ich habe wie er beobachtet, dass das Primordium, aus dem je zwei Inflorescenzen und eine Laubsprossanlage sich entwickeln, als ein einheitlicher transversal gestreckter Wulst in der Achsel eines Tragblattes erscheint. Ob dabei die Blätter decussierte Stellung (Urtica) oder spiralige haben (Parietaria), macht keinen Unterschied. Der Körper ist dabei dem vorhandenen Raume zwischen Blatt und Axe entsprechend von transversal gedehnter und median zusammengedrückter Gestalt. Die Gliederung desselben geschieht durch Furchungen, wobei die drei Partialprimordien verschiedene Grösse haben können. Im unteren Theile des Stengels überwiegt der mittlere vegetative Spross die beiden seitlichen Inflorescenzanlagen, im oberen findet das umgekehrte Verhältniss statt, welches so weit gehen kann, dass der mittlere Theil ganz verschwindet. Schon vom ersten Anfange an macht sich eine Ungleichheit in der

*) Goebel Über die Verzweigung dorsiventraler Sprosse 378.

Grösse der Seitenparzellen bemerkbar, die eine ist regelmässig etwas gefördert und dieser Unterschied lässt sich auch später immer nachweisen. Die beiden Inflorescenzanlagen von Urtica wachsen nun dergestalt weiter, dass sie sich vom Vegetationskegel des Sprosses abwenden und den benachbarten Blattgebilden flach angedrückt sind. Auf diese Weise muss eine Druckdifferenz erzeugt werden, derzufolge die freie nicht von Blättern berührte, nach dem Vegetationskegel hingerichtete Seite einen geringeren Druck erfährt, als die andere. Daher entstehen bei sämmtlichen Arten von Urtica unterhalb der mehr oder minder, bei den männlichen Inflorescenzen aber oft sehr weit vorgezogenen Spitze alle Neubildungen auf der Lichtseite.

Was die Natur des Blüthenstandes anbetrifft, so kann ein Zweifel darüber nicht gehegt werden, dass er rein dorsiventral, ohne eine Andeutung von cymöser Verzweigung, ist. Auch die vermuthete Verwachsung der Basen der aufeinander folgenden Dichasialstrahlen ist nicht nachweisbar.

Die Entstehung der Blüthen auf dem bandförmigen Gebilde der unverzweigten Inflorescenzen von Urtica membranacea geschieht acropetal. Die Primordien entstehen vor lappenartigen seitlichen Blattgebilden, welche in der Regel hinfällig sind. Gegen die Axe des Trägers sind sie schief gestellt, sobald man eine bevorzugte Richtung in dem Blüthenprimordium unterscheiden kann. In der ersten Anlage ist dies nicht der Fall, weil das Primordium einen nahezu kreisförmig umschriebenen flachen Hügel darstellt, bald streckt es sich aber und nimmt elliptische Gestalt an, wobei die lange Axe der rechtsgelegenen Blüthen meistens von rechts oben nach links unten, die der linksgelegenen von links oben nach rechts unten verläuft. Später geht diese Gestalt in eine abgerundet rhombische über und nun erscheinen an den Ecken 4 Blüthenhüllblätter, von denen das erste regelmässig an der Stelle auftritt, die dem Vegetationspunkte der Inflorescenz am nächsten gelegen ist. Bezüglich der übrigen fand ich keine durchgreifende Regel; ich sah zwar öfter an der diametral gegenüberliegenden Ecke, wie Payer*) angiebt, das zweite erscheinen; indess kamen mir doch nicht zu selten Fälle vor, wo deutlich die mittleren früher in ausgeprägter Form erkennbar waren. Diese Blätter nehmen nun schnell eine kappenförmige Gestalt an, wodurch auf der einen Seite, wie ich früher schon an ähnlichen Blüthenphyllomen nachgewiesen habe, die klappige Deckung herbeigeführt und auf der anderen Seite bewirkt wird, dass sich der Blüthenboden in die Hohlräume hineinzieht und dort die Anlagen für die Staubgefässe auftreten.

*) Payer Organogénie de la fleur t. 60. Fig. 2.

Früher noch, als die Blüthenprimordien die ersten Blätter erzeugen, erscheinen unterhalb derselben neue kugelkalottenähnliche Zellhügel, welche sich dort einschalten, wo durch das intercalare Wachsthum des bandförmigen Trägers neue Räume frei werden. Sie müssen sich in ihrer Gestalt nach den Formen richten, welche die bereits vorhandenen Blüthen nach und nach annehmen. Da nun ein lückenloser Anschluss der Blüthen wenigstens auf jeder Inflorescenzhälfte herrscht, so geht daraus hervor, dass die tetramere Natur der späteren Blüthen von den Wachsthumsverhältnissen der älteren bedingt wird. Bei Urtica membranacea dauert die Neuanlage von Blüthen ausserordentlich lange fort; selbst wenn die älteren längst abgefallen sind, erscheinen, falls irgend ein Raum am Grunde der Blüthenstiele wieder frei wird, immer von neuem junge Bildungen.

Die Orientierung der längeren Axe des elliptisch werdenden Primordiums der Folgeblüthen schien mir nicht constant zu sein. Jeder Blüthencomplex, der sich am Fusse einer Primärblüthe ausbildet, muss als eine Blüthenschaar betrachtet werden, da die einzelnen Componenten unter sich in keiner genetischen Verbindung stehen, sondern sich gesondert aus der Basis des gemeinschaftlichen Blüthenträgers entwickeln.

Anders liegt, wie auch schon Goebel richtig angegeben hat, die Sache bei Parietaria und ähnlich blühenden Pflanzengattungen, z. B. Pilea, Pellionia etc. Diese entwickeln echte Cymen von dichasialer Ausbildung. Bei Parietaria gehen den Blüthen, die auf die primäre folgen, zwei Blätter voraus, welche an jeder im Knospenzustande unmittelbar unter ihr gefunden werden. Dadurch, dass sich der Pedicellus jeder Blüthe, die als Achselspross aus dem Blatte auftritt, unterhalb des bezüglichen Begleiters entwickelt, wird das Tragblatt mit der Blüthe in die Höhe gehoben. Wir finden also an jeder Blüthenknospe, die noch kein Blüthenstielchen besitzt, drei basale Blättchen, die unter sich um je 90° divergieren und die ein dreiblättriges Involucrum um sie bilden. Das mittlere von ihnen ist das Tragblatt, die beiden rechtwinklig von ihm abstehenden sind die zwei Vorblätter der Knospe. Die Vorblätter erzeugen wieder je eine Blüthe mit abermals zwei Vorblättern. Schalten sich dann unterhalb der Insertionsstellen der jetzigen Tragblätter die Gewebestücke ein, welche den Pedicellus der Blüthe ausmachen, so wird das Tragblatt mit der Blüthe wiederum in die Höhe gehoben, während vorläufig die beiden Vorblätter bei ihr sitzen bleiben, um mit jenem wieder ein 3blättriges Involucrum zu bilden.

Desswegen, weil bei Parietaria und anderen Urticaceen Dichasien in der vollendetsten Form vorliegen, geht noch nicht hervor,

dass auch die Blüthenstände von Urtica auf dieses Schema zurückgeführt werden müssen. Ob sie phylogenetisch von jenen abzuleiten sind, ist eine Frage, auf die ich hier, da sie durch die Beobachtung nicht zu lösen ist, nicht eingehen kann.

Ich habe noch einen Blick auf die Begleitblätter der beiden Inflorescenzsprosse, welche sich an der Basis der ursprünglichen Achselprimordien vorfinden, zu werfen. Goebel hat sehr richtig beobachtet, dass dieselben eine merkwürdige Stellung haben und dass sie auch bezüglich der Entstehungszeit erheblich von gewöhnlichen Tragblättern abweichen. Mit Recht hat er hervorgehoben, dass die beiden Blätter, welche Eichler in dem Schema der Inflorescenz als α und β, d. h. als die Tragblätter der Lateralstrahlen und als Vorblätter des von ihm als Hauptaxe angenommenen Laubsprosses bezeichnete, durchaus nicht die normale Lage transversal zum Tragblatte des Systems zeigen, sondern dass sie schräg nach vorn*) gegen das Laubblatt hin gerichtet sind. Bezüglich der Angabe Goebel's, dass sie aus den Inflorescenzanlagen und nicht aus dem Primordium hervorspriessen, kann ich ihm jedoch nicht beistimmen, ich habe vollkommen scharf bereits vor der geringsten Andeutung der Furchen, welche die Inflorescenzen von dem Laubsprose abgliedern, ihre Anwesenheit nachweisen können; trotzdem können selbstredend die Inflorescenzen nicht als ihre Achselprodukte betrachtet werden, weil eben die Lage zu einander eine abweichende ist.

Die Tragblätter der weiteren Verzweigungen treten vor ihren Achselprodukten aus der relativen Hauptaxe heraus. Die letzteren entstehen dann so, dass sie auf der Basis der Tragblätter reiten, d. h. es wird ein Theil des inneren Blattgrundes für die Ausbildung des Vegetationskegels in Mitleidenschaft gezogen. Bei Parietaria findet also dieselbe Erscheinung statt, auf die ich bei der Besprechung der Inflorescenzen von Corchorus hingewiesen habe. Indem nun die Dehnung der unter dem Primordium gelegenen Gewebezone später den Pedicellus der Blüthen bildet, wird die Emporhebung des Tragblattes resp. die Anwachsung desselben real erklärt.

Was die Anlage der Blätter am Vegetationskegel der von mir untersuchten Urticaceen anbetrifft, so zeigt dieselbe eine auffallende Beziehung zu den Vorgängen, welche ich von Galium aristatum mit 6strahligen Blattquirlen geschildert habe. Am grössten ist die

*) Goebel in Arbeiten des botanischen Instituts zu Würzburg II. 360. Er schreibt an der betreffenden Stelle, dass die Blätter schräg nach hinten zu ständen; da man aber an einem Achselsprosse die Seite, welche auf das Tragblatt zu gewendet ist, als die vordere bezeichnet, so ist diese Benennung ungewöhnlich und besser zu vermeiden.

Ähnlichkeit zwischen dieser Pflanze und Urtica Magellanica, nur erscheint bei der letzteren das Hauptblatt an dem ellipsoidischen Vegetationskegel noch deutlicher früher, als die paarigen dazwischen stehenden Stipeln. Betrachtet man aber im Anfange des Winters den Vegetationskegel dieser Art, so findet man nicht selten Bilder, die von jenen, welche Galium aristatum bietet, kaum zu unterscheiden sind. Bei Urtica parviflora ist der Beginn der Anlage genau gleich, die Hauptblätter treten ebenfalls etwas früher aus dem Vegetationskegel hervor, dann entstehen zwischen ihnen die Nebenblätter, die aber in sehr früher Zeit durch eine gemeinschaftliche basale Gewebezone weiterwachsen, d. h. also mit einander verschmelzen. Die kleine Kerbe, welche an der Spitze des entwickelten, einfachen Nebenblattes sichtbar bleibt, ist der einzige Zeuge dafür, dass es aus zwei Blattanlagen entstanden ist. Urtica membranacea dagegen liess auch in den frühesten Stadien keine Sonderung der Nebenblätter mehr erkennen, aus dem Vegetationskegel trat vielmehr ein einziger Körper zwischen den ebenfalls früher erscheinenden Hauptblättern hervor.

Während wir diese zusammenhängende Reihe bei den Stellaten nicht nachweisen konnten, gelingt es bei den Urticaceen, selbst wenn wir nur wenige Arten zur Untersuchung heranziehen, sehr leicht, eine continuierliche Kette von Übergangsgebilden ontogenetisch zu gewinnen. Durch die Beobachtungen in dieser Familie wird somit eine neue Bestätigung für die Ansicht gefunden, dass die laubblattähnlichen Organe zwischen den Hauptblättern als stipulare Bildungen anzusehen sind.

Die transversale Stellung der ersten Blätter an dem Laubsprosse zwischen den beiden Inflorescenzen des Achselproduktes stimmt mit den gewöhnlichen Stellungsverhältnissen, die an Lateralstrahlen beobachtet werden, nicht überein. Wenn wir nun erwägen, dass durch die frühzeitige Abscheidung von zwei begleitenden Inflorescenzen ungewöhnliche Bedingungen für die Blattanlagen eines Laubsprosses geschaffen werden, so kann die Wahrnehmung, dass die gewöhnlichen Verhältnisse nicht innegehalten werden, nicht überraschen. Die von Eichler gegebene Erklärung, dass die beiden ersten Blätter an dem Laubsprosse von Urtica die $^1/_2$-Stellung der abortierten Vorblätter ohne Prosenthese nach der Divergenz $^1/_2$ fortsetzten, ist als rein vorgestellte zu bezeichnen, welche die Thatsachen corrigiert und umschreibt, sie ist mit Recht schon von Goebel zurückgewiesen worden.

Ich habe über diese Verhältnisse an Urtica folgende Beobachtungen gemacht. Wenn die beiden Inflorescenzen zur Seite des Laubsprosses sehr gross sind, so dass der Vegetationskegel des letzteren zwischen ihnen eingekeilt liegt, so tritt zuerst ein medianes Schuppen-

paar auf, welches zuweilen als Stipelpaar der dann in normaler Decussation folgenden Laubblätter zu fungieren scheint. Ich habe das spätere Schicksal der Schuppen nicht überall weiter verfolgt. Parietaria erzeugt dagegen entweder nur ein Schuppenblatt, oder das vordere tritt viel früher auf, wie das hintere. Wenn aber der mittlere Spross bei Urtica gegen die beiden seitlichen sehr bedeutend in der Grösse überwiegt, so dass der transversal gestreckte Vegetationskegel beide überragt, so wird in der That das erste Blattpaar auch rechts und links zur Mediane des Tragblattes des Systemes ausgebildet. Diesen Fall fand ich an den Achselsprossen der unteren Blätter von Urtica parviflora in unzweifelhafter Klarheit.

Aus diesem Wechsel der Orte, an welchen die ersten Neubildungen des Laubsprosses entstehen, scheint mir hervorzugehen, dass dieselben von einem immanenten Bildungstypus, der durch die Divergenz $^1/_2$ ausgedrückt werden könnte, nicht abhängig sind, dass sie vielmehr durch den Contakt mit den Nachbarorganen bestimmt werden.

Die Anwesenheit der Nebenblätter ist ein fast ausnahmsloser Charakter der Urticaceen, um so auffallender muss es erscheinen, dass Parietaria und die damit verwandten Gattungen dieselben nicht besitzen. Ich habe nun an denjenigen Blättern von P. erecta L., welche in ihrer Achsel keine Lateralsprosse oder doch nur ausserordentlich winzige Knöspchen aufweisen, nach ihnen gesucht und sie ausnahmslos in der Form nachweisen können, wie sie bei Laportea und ähnlichen Gattungen gesehen werden, sie sitzen nämlich als subulate Schüppchen vor den Blattstielen. Ihre Ontogenese habe ich leider nicht verfolgt, dieser Punkt bedarf noch der Aufklärung, namentlich wäre zu zeigen, ob, was ich vermuthe, nicht bei Parietaria die sogenannten Tragblätter der Inflorescenzen mit den Stipeln homolog zu setzen sind.

i. Die Blüthen der Litorella lacustris L.

Dieses kleine Pflänzchen von Isoetes ähnlicher Tracht ist zu wiederholten Malen von ausgezeichneten Morphologen*) genau untersucht und beschrieben worden; auch eine sorgfältige Studie über die Entwicklungsgeschichte der Blüthen liegt von Payer**) vor. Eine einheitliche Auffassung über die Art des Blüthenstandes, sowie über die Bildung der Blüthe ist trotzdem nicht erzielt worden, Eichler meinte in seinen Blüthendiagrammen, dass von den möglichen Annahmen

*) Buchenau in Flora 1859. p. 81; Eichler Blüthendiagramme I. 224.
**) Payer Organogénie de la fleur t. 126.

keine objektiv zu beweisen wäre. Aus diesem Grunde habe ich mich mehrere Jahre hindurch mit dem Gewächse beschäftigt. Das Material dazu bot mir der botanische Garten zu Berlin, in dessen Sumpfpartie sehr viele Exemplare bei reichlicher Wasserüberspülung cultiviert werden und üppig blühen. Man kann sicher sein, Ende April und Anfang Mai die geeigneten Zustände, welche für das Studium wünschenswerth sind, aufzufinden; es wird sich aber empfehlen, um die Beobachtungen controllieren und die letzten Stadien in dem Aufbau der Pflanze ermitteln zu können, auch noch die Sprosse im Herbste zu berücksichtigen, die immer noch einige Nachblüthen hervorbringen.

Die Vermehrung der Pflanze ist hauptsächlich eine vegetative, indem Läufer aus den oberen und untersten der spiral gestellten Blätter eines Stockes hervorbrechen, die nach zwei transversal gestellten Primordialblättern und zuweilen einigen distichen Phyllomen wieder ein spirales System von Blättern entwickeln. Nachdem sich die unteren Internodien dieser Achselprodukte erheblich gestreckt haben, unterbleibt die Dehnung später, die erst horizontale Sprossspitze biegt sich nach oben und erzeugt eine der Mutterpflanze ähnliche Rosette mit sehr gestauchter Hauptaxe. In den Achseln der mittleren Blätter der Rosetten treten die Blüthenständchen auf.

Die Pflanze bringt nur bei nicht zu hohem Wasserstande Samen; die Blüthen werden jedoch wahrscheinlich auch an denjenigen Exemplaren angelegt, die sich später als steril erweisen, wenigstens geschieht deren Ausbildung in dem hiesigen Garten, trotzdem dass die Blattachseln, aus denen sie hervortreten, hoch vom Wasser bedeckt sind. Die Samen werden übrigens nicht verstreut, sondern keimen an dem Orte ihrer Entstehung.

Um eine Einsicht in den Aufbau der Inflorescenz zu gewinnen, ist es nicht genügend, wie es bisher geschehen ist, die blühende Pflanze oder die Inflorescenz im Knospenzustande zu prüfen, denn die männliche Blüthe, welche dem Anscheine nach den Achselspross und somit die Inflorescenz abschliesst, befindet sich auf einem sehr verlängerten Stiele, der bis 10 cm messen kann. An diesem Träger sitzt etwa in der Mitte ein Blatt, das zur Blüthe in eine bestimmte Beziehung gebracht wurde. Die Entfernung zwischen beiden Organen, selbst wenn sie nur wie meistens 2,5—4 cm ausmacht, ist meines Erachtens doch zu gross, um die Lage der Kelchblätter zu ihm anstandslos genau ermitteln zu können. In Wirklichkeit sind denn auch die Diagramme, welche diese Beziehung zum Ausdrucke bringen sollen, nicht übereinstimmend. Aus dem Grunde musste, da die Anordnung der Blätter als genetisch von einander abhängig aufgefasst wurde, die

Entwicklung der Blüthe unter Berücksichtigung der Blattanlagen untersucht werden.

Dem zwischen Blatt und Axe verfügbaren Raume entsprechend stellt das Primordium der Inflorescenz in der Blattachsel einen von vorn nach hinten zusammengedrückten, am oberen Ende sanft gerundeten, transversal gedehnten Körper dar, an welchem in den Enden der langen Axe succedan zwei Blätter auftreten. Bald erhebt sich aber der Vegetationskegel und dehnt sich nach vorn zu, wodurch einmal die Primordialblätter hinten ein wenig zusammengeschoben werden und vorn eine grössere Lücke erscheint, andererseits aber der Vegetationskegel sich mehr einem kreisförmigen Querschnitte nähert, ohne ihn indess zu erreichen. Die uns später noch wiederholt begegnende Convergenz der ersten Blätter an einer Axe nach hinten ist also nicht eine ursprüngliche Stellung, sondern wird durch secundäre Wachsthumsvorgänge, die unbedingt mit Dehnungen im Blattachselgrunde Hand in Hand gehen müssen, hervorgebracht. Die erste Anlage beider Blätter ist bei allen solchen Sprossen echt transversal, bedingt, wie ich mich durch vielfache, immer wiederholte Beobachtung anzunehmen berechtigt glaube, durch die Form des elliptischen Vegetationskegels, dessen Gestalt seinerseits wiederum durch die gegebenen Raumverhältnisse erzeugt wird.

Wenn die Morphologen bisher die dorsale oder, wie ich sie nennen will, axoskope Convergenz der Vorblätter durch die Annahme einer Prosenthese erklärten, so muss hiergegen einmal bemerkt werden, dass diese Annahme nur eine mathematische Umschreibung des Thatbestandes ist, die überhaupt keine Erklärung gewährt; auf der anderen Seite aber ist die Vorstellung, dass die Convergenz ein primäres Blattstellungsverhältniss mit constant bleibenden Divergenzen ausdrückte, irrthümlich. Derjenigen Ansicht, nach welcher die Convergenz ebenfalls ein primäres Stellungsverhältniss ist, bedingt durch einen Druckunterschied auf der Vorder- und Rückseite des Primordiums, kann ich aus gleichen Gründen ebenfalls nicht beipflichten. Bei dem lückenlosen Contakte von Tragblatt und Vegetationskegel, sowie von diesem und der Axe kann in der Mediane, ich habe dies schon bei den Monocotylen erwähnt, eine Druckdifferenz zwischen vorn und hinten kaum vorausgesetzt werden. Aber selbst wenn sie vorhanden wäre, so ist dieselbe doch für die zuerst genau transversal auftretenden Primärblätter von keiner Wirkung. Die Convergenz in axoskoper Richtung ist vielmehr eine secundäre Erscheinung, bedingt durch eine nach vorn zu auftretende Dehnung des Primords und muss von ganz ähnlichen Gesichtspunkten aufgefasst werden, wie die Zusammenschiebung der Primärblätter an den Monocotylenblüthen.

In den Achseln der beiden hyalin bleibenden Primordialblätter wiederholt sich derselbe Process. Sie sind die Tragblätter für zwei in ihren Achseln erscheinende Lateralstrahlen. Die beiden ersten Blätter derselben rücken ebenfalls etwas nach hinten. In sehr vielen Fällen wird durch sie die Anlage von blattartigen Gebilden abgeschlossen, zuweilen tritt aber in der vorderen Lücke ein drittes auf, dem unter Umständen ein viertes hinteres, medianes folgen kann. Ich habe zwar dieses niemals in der ersten Entstehung aus dem Vegetationskegel hervorkommen sehen, dazu ist die Erscheinung zu selten; aber ich fand es doch an so jungen Knospen, dass über die ursprünglich mediane Lage ein Zweifel nicht obwalten kann. Diese Körperchen entwickeln sich zu weiblichen Blüthen (Taf. VI, Fig. 12 in den Achseln von 1 u. 2). Mittlerweile sind aber an dem Ende des Blüthenstandes weitere Veränderungen erfolgt. Über dem ersten Blatte des ganzen Sprosses ist nämlich gegenüber dem zweiten ein drittes Blatt aufgetreten und sehr schnell ist diesem ein viertes wieder gegenüberliegendes gefolgt (Taf. VI, Fig. 12 f^3 und f^4); der Vegetationskegel ist dabei immer noch deutlich in der früheren Richtung quergedehnt, er steht also, da die ersten zwei Blätter keinen Contakt hervorbringen, unter denselben Anlagebedingungen, wie zu der Zeit, da jene erschienen.

Vergleicht man nun diese beiden letzten Blätter mit denjenigen, welche man an der Inflorescenz vor der Anthese beobachtet, so ist es zweifellos, dass das dritte Blatt demjenigen entspricht, welches sich unterhalb der männlichen Terminalblüthe befindet; das vierte aber ist das erste Kelchblatt der Gipfelblüthe.

Ohne also ein wahrnehmbares Axenende zu hinterlassen, geht der Stammscheitel unmittelbar in die Endblüthe auf. Um nun bei dieser zuvörderst zu verbleiben, bemerke ich, dass der Kelch sich nach der Art decussierter Blüthen weiter bildet; auf der dem ersten Kelchblatte gegenüberliegenden Seite erscheint das zweite Kelchblatt, zu dem dann das zweite Paar der Sepalen rechtwinklig gekreuzt orientiert ist. Vor diesen sich kappenförmig wölbenden Organen erscheinen zunächst die Staubgefässe (Taf. VI, Fig. 13); ich erwähne ausdrücklich, dass ich das Auftreten der Petalen vor ihnen nicht constatieren konnte, auch die geringste Lappung des Blüthenbodens habe ich vergeblich gesucht. Die Anwesenheit der Blumenblätter tritt erst deutlich hervor, nachdem die Stamina als grosse halbkugelige Kalotten vom Blüthenboden sich abheben. Ob sich doch schon vorher an den betreffenden Stellen eine Zellvermehrung geltend macht, deren Erfolg aber nicht nachweisbar ist, oder ob dieselben als Ausweichsteine im oben erörterten Sinne dienen, oder ob die Kappenform der Kelchblätter die Entstehung vor ihnen durch eine Lappung des Blüthenbodens be-

günstigt, ist vorläufig nicht zu entscheiden. In der Aufeinanderfolge der Staubgefässpaare konnte ich zuweilen ein kleines Zeitintervall zu Gunsten des vor den äusseren Sepalen befindlichen Paares constatieren. Nach Anlage der Blumenblätter heben sich meist nur Rudimente von Karpiden, in Form kurzer Zäpfchen, abwechselnd mit den Staubgefässkalotten, empor; die Mitte der Blüthe bleibt gewöhnlich deprimiert, doch kommen gelegentlich auch mehr oder weniger entwickelte Zwitterblüthen vor, bei denen die Ovularanlagen sogar vollkommen ausgebildet sein können.

Wir hatten die weibliche Blüthe in dem Momente verlassen, da sie mit den äusseren Blüthenhüllen sich bekleidet hatte. Der Vegetationskegel stellt in dieser Zeit einen von vorn nach hinten etwas zusammengedrückten, sich ziemlich hoch erhebenden, oben abgerundeten Kegel dar. Um ihn herum bildet sich jetzt ein erst einfacher, dann doppelter Ringwall (Taf. VI, Fig. 14), an dem eine Sonderung von Läppchen als Andeutung von Phyllomen absolut nicht nachweisbar ist. Der innere ist die Fruchtknotenhülle, er umwächst das Centrum, das wenigstens unter Umständen die einzige Samenanlage zu bilden scheint, diese wäre also, wenn auch vielleicht nicht immer, wenigstens zuweilen, terminal gestellt und müsste, der Beobachtung nach zu urtheilen, als axil angesehen werden. Wie erwähnt, ist weder an dieser flaschenförmigen Hülle, welche das Ovulum unmittelbar umschliesst, noch an der membranösen corollinischen, welche aus dem zweiten Ringwalle sich bildet, ursprünglich eine Spur von Einschnitten nachzuweisen; später sieht man aber fast immer die transversalen Partieen des äusseren Schlauches schneller wachsen, als die medianen, das Gleiche erkennt man auch, wenn schon im minderen Grade, an dem Pistille; dabei streckt sich der ganze Blüthenkörper in transversaler Richtung, und aus den Langseiten des elliptischen Ovarkegels treten, wie wir schon wiederholt beobachtet haben, Placentarwülste hervor, deren gegenseitige Berührung und Verschmelzung Payer behauptet hat. Der Fruchtknoten wird sonach zwar zweifächrig, aber nur in einem Fache ist eine Samenanlage zu beobachten. Ich habe diese Angelegenheit nicht weiter verfolgt, will aber hervorheben, dass in der Untersuchung noch eine Lücke ist, deren Ausfüllung recht erwünscht wäre. Öffnet man nämlich zur Blüthezeit den Fruchtknoten, so findet man zwischen der Anheftungsstelle des Eichens, welches auf einem mit Trichomen oder genauer mit Papillen bekleideten Podium sitzt, und der Spitze des Fruchtknotens einen sehr dünnen, aber doch relativ festen Gewebefaden ausgespannt, der durch die Präparation meist losgelöst wird und hinter dem Eichen als borstenförmige Granne erscheint. Vielleicht kommt diesem Gebilde die Funktion eines Leiters

der Pollenschläuche zu, wie er aber entsteht, habe ich nicht ermitteln können. Möglicher Weise ist er der widerstandsfähige Rest einer den Fruchtknoten fächernden Membran, die so zart ist, dass sie beim Präparieren zerstört wird, oder die vielleicht spontan zu Grunde geht, denn PAYER hat den Körper in Fig. 17 und 18 als ein den Fruchtknoten in der Längsaxe durchziehendes Band abgezeichnet, an welchem das Ovulum basal angeheftet ist. In nicht zu seltenen Fällen habe ich übrigens den Körper, trotz sorgfältigster Präparation, überhaupt nicht nachweisen können, so dass das Ovulum in der That nicht mehr an einem Dissepimente sass, sondern vollkommen apical in den Fruchtknotenraum hineinragte.

Noch merkwürdiger wird die Angelegenheit dadurch, dass manchmal zwei solcher Fäden vorhanden sind, welche durch ihren eigenthümlichen Seidenglanz auffallen; sie sitzen dann zu beiden Seiten des Ovulums und heften sich an dem Scheitel der Fruchtknotenhöhle fest. Ein solcher Fall ist in DECAISNE und MAOUT's Traité de botanique p. 214 an dem frei präparierten Ovulum zur Darstellung gebracht; die Fäden werden von den Autoren »tissu conducteur« genannt.

Wenn an dem Pistille Narbenblättchen erkennbar waren, was nicht immer gesagt werden kann, so fand ich dieselben, entsprechend dem vermehrten Wachsthume der transversalen Theile des flaschenförmigen Körpers, wie auch PAYER angegeben hat, in seitlicher Stellung.

Was die Corolle angeht, so habe ich bereits gesagt, dass im Anfange eine Gliederung in Phyllome durch Endzähnchen nicht angedeutet ist, und dass erst bei dem späteren Wachsthume die randlich transversalen Partieen die median gelegenen fast stets an Grösse überholen. Zur Zeit der Anthese bemerkt man dagegen unregelmässige Spaltungen, die ich aber nicht, wie man gewöhnlich will, in Übereinstimmung mit der Zahl der äussersten, oben besprochenen, getrennten Blätter jeder weiblichen Blüthe gefunden habe. Diese Erfahrung wird kaum überraschen, da aus meiner Darstellung zur Genüge hervorgeht, dass diese Zähne zu den vorausgehenden Blättern in keiner Beziehung stehen können, weil sie mit ihnen durchaus nicht im Contakte angelegt werden. Die ganze Differenzierung kann nur durch eine Zerreissung hervorgebracht werden, bei der wohl die Wachsthumszunahme des Griffels von Bedeutung sein mag.

Über die definitive Beschaffenheit der Blüthenstände in den Achseln der Rosettenblätter begegnen uns sehr verschiedene Angaben. Neben den drei, ich möchte sagen typischen, Blüthen, deren Zahl auch EICHLER als Norm betrachtete, gab der letztere selbst noch eine vierte,

grundständige Seitenblüthe an. Doell hat ferner normal 2 Blätter unterhalb der männlichen Centralblüthe gefunden, eine Beobachtung, die Buchenau nicht zu constatieren vermochte. Bentham hat wiederum behauptet, dass sich die Stiele der männlichen Blüthen bisweilen gabeln und an jedem Zweige eine gleiche Blüthe hervorbringen. Decaisne hat einen Blüthenstand abgezeichnet, der am Grunde 5 weibliche Blüthen wiedergiebt; Bentham sagte, dass die Zahl derselben bis auf 8 stiege. Aus diesen einander zum Theil widersprechenden Mittheilungen geht hervor, dass eine Revision der verschiedenen Beobachtungen Noth that.

Die Inflorescenzen von Litorella lacustris weisen in ihrem Bau durchaus nicht immer denselben Entwicklungsmodus auf; alle die oben erwähnten Abwandlungen können vorkommen, und neben ihnen finden sich auch noch andere Formen, von denen ich nur einige wenige hervorheben will. Der häufigste Fall in der ersten Entwicklung des Blüthenstandes ist der von mir oben geschilderte, in dem also der Spross ein aus 4 distich gestellten Blättern aufgebautes Blattsystem aufweist, von welchem das letzte das erste Kelchblatt der Terminalblüthe ist. Ich habe aber auch wahrgenommen, dass das dritte Blatt sich nicht in die Distichieebene der beiden ersten stellt, sondern dass es gegen dieselben um 90° divergent über das Rosettenblatt fällt. Das erste Kelchblatt tritt ihm gegenüber auf, und somit ist das distiche in ein decussiertes System abgeändert worden. Nicht allzu selten findet man ferner die Inflorescenzen nur 2-blüthig. In diesem Falle folgt auf das eine fertile Primordialblatt sogleich das Blatt, welches als Schutzblatt der männlichen Blüthe fungiert und dem das erste Kelchblatt derselben gegenüberliegt. Wenn diese Form sich zeigt, ist die untere Blüthe stets männlich; sie weicht aber von der Terminalblüthe dadurch ab, dass sie nicht nach der 4-Zahl gebaut ist, sondern nach der 3-Zahl, wobei 2 Blätter normal zum Tragblatte gestellt sind und eins vorn über demselben sich befindet.

Alle diese Inflorescenzen können sich durch accessorische Blätter, in deren Achseln wieder weibliche Blüthen entstehen, mannigfach complicieren. Noch ehe sich die terminale Blüthe vollkommen ausgebildet hat, sieht man zwischen der einen weiblichen und der Mittelblüthe, auf das Tragblatt des Blüthenstandes zu gewendet, ein kleines Blattprimordium erscheinen, in dessen Achsel sich eine neue weibliche Blüthe entfaltet (Taf. VI, Fig. 12 *fla*). Der Ort, wo sie sich an der entwickelten Inflorescenz definitiv hinstellt, hängt ab von der Stelle, an der das Blatt erschienen ist. Liegt dasselbe oberhalb der Zone, bis zu der die intercalare Dehnung der Hauptaxe reicht, die den Stiel der männlichen Blüthe erzeugt, so wird auch das Blatt mit seinem

Achselprodukte in die Höhe gehoben, und wir bekommen solche Inflorescenzen zu Gesichte, die Doell als die normalen betrachtet hat: der Stiel der männlichen Blüthe ist dann mit zwei Blättern beladen. Meistens wird das Achselprodukt dieses accessorischen Blattes zu einer weiblichen Blüthe, indess finden sich doch nicht zu selten auch männliche, und zwar dann, so weit ich beobachtete, immer trimere Blüthen. Liegt das Blatt indess unterhalb der Dehnungszone, so bleibt es an der Basis der Inflorescenz sitzen. Selbstredend hat dann der Blüthenstiel nur ein Blatt, und dies wäre der Fall, den Buchenau als normal ansieht. Mit diesem accessorischen Blatte ist indess die Zahl der Blätter noch lange nicht abgeschlossen; vielmehr erscheinen zwischen dem Blattstiele und den beiden Seitenblüthen im Laufe des Sommers unter Umständen noch eine recht grosse Zahl: die ersten schieben sich auf der Vorderseite ein, dann treten sie auf der Hinterseite in der Einzahl hervor, hierauf kommen hauptsächlich vorn neue Primordien zwischen den beiden accessorischen und wiederum dem Blüthenstiele aus dem Achselgrunde des Tragblattes der gesammten Inflorescenz heraus, so dass man im Herbste ganze Blüthenbündel, bis aus 10 und mehr Elementen zusammengesetzt, am Grunde des Stieles der männlichen Blüthe beobachtet. Alle accessorischen Blüthen sind weiblich; der Bau derselben stimmt unter den angegebenen Modificationen mit dem der primären weiblichen Blüthen überein.

Untersucht man die Achselprodukte aus den höheren Blättern der Rosette im Herbste, so findet man, dass sich die männlichen Terminalblüthen nicht mehr so klar beobachten lassen; die Ausgliederung der Blätter ist nicht mehr scharf zu verfolgen, dabei vergrössert sich das dritte Blatt des ganzen Sprosses sehr erheblich, auch die Primärblätter werden nach und nach länger, endlich erkennt man, dass an Stelle der männlichen Blüthe ein Vegetationskegel sich ausbildet, der Laubblattanlagen in grösserer Zahl hervorbringt. Aus jener ist ein vegetativer Spross, ein Läufer geworden (Taf. VI, Fig. 15). Von derselben Natur sind auch die Achselprodukte aus den untersten Blättern einer Rosette, die bestimmt ist, im nächsten Jahre zu blühen, also an jedem Stocke von Litorella bringen nur die mittleren Blätter Inflorescenzen hervor.

Was die weiblichen Blüthen anlangt, so bleiben dieselben zunächst noch in den Achseln der Primärblätter des Sprosses wohl erhalten, wenn der Gipfel bereits (Taf. VI, Fig. 15 *flf*) zu einem Laubsprosse umgewandelt ist; man findet also nicht selten nach dem Austriebe des Läufers den Basaltheil des eigentlichen Stolo von zwei weiblichen Blüthen begleitet. An den höher gelegenen Blättern verschwindet dann zunächst die eine derselben, endlich werden beide vermisst.

Wenn ich nun die bisherige Auffassung über die Inflorescenz und die Blüthen von Litorella lacustris mit meinen entwicklungsgeschichtlichen Befunden vergleiche, so geben sich mannigfache Differenzen kund. Zunächst bedarf die Annahme, dass die männliche Blüthe am Grunde von 2, höchstens 3 weiblichen begleitet wird, einer Correktur: indem, wie BENTHAM schon richtig beobachtet hat, deren bei weitem mehr gesehen werden; man muss nur lange nach der Hauptblüthezeit die Blattachseln, aus denen die Inflorescenzen sich entwickeln, prüfen und wird dann finden, dass die Zahl 8, die jener Autor angab, noch erheblich überschritten werden kann. In dieser Wahrnehmung liegt zugleich der Beweis, dass die weitere theoretische Auffassung über den Blüthenstand nicht in der allgemeinen Form Geltung behalten kann, wie sie EICHLER ausgedrückt hat. Er meinte, dass die primären, seitlichen weiblichen Blüthen Achselprosse aus den Primärblättern der relativen Hauptaxe, die in die männliche Blüthe aufgeht, wären. Diese Vorstellung ist zweifellos richtig; wenn er dagegen die weitere Bereicherung des Blüthenstandes als eine fortschreitende cymöse Verzweigung ansah, so kann ich dem nicht beitreten. Einmal geschieht die Verzweigung nicht aus den Organachseln, welche man als die Vorblätter erwarten könnte, nämlich den Primärblättern der weiblichen Blüthe. Diese sind vielmehr die ersten der sogenannten Kelchblätter, die auch meist die einzigen bleiben. Die nächsten Blüthen erscheinen in der Achsel eines besonderen Blattes, das mit der primären weiblichen Blüthe in gar keiner Beziehung steht, sondern zwischen ihr und der Terminalblüthe hervorbricht. Könnte nun die Disposition noch zweifelhaft bleiben, so lange die Inflorescenz, die Terminalblüthe eingeschlossen 7-blüthig ist, so dass jede weibliche Blüthe zwei seitliche Begleiter hat, indem man sich durch Verschiebungsannahmen mit der Abnormität abfindet, so muss doch bei den reichblüthigeren Inflorescenzen jede Unsicherheit weichen. Der ganze Achselspross wird hier offenbar durch Blüthenschaaren, in denen jedes Element mit einem Tragblatte versehen ist, bereichert. Der Achselgrund des Inflorescenz-Tragblattes bleibt in seiner ganzen Ausdehnung bildungsfähig und treibt zwischen den älteren Blüthen, also in den Lücken unter minderem Drucke, immer neue Anlagen hervor. Mit den im Herbste fertig vorliegenden und schon abgeblühten Blüthen ist nämlich die Erzeugung noch nicht erschöpft, da man zwischen jenen immer noch ganz junge Blüthenprimordien nachweisen kann.

Nehmen wir noch die männliche Blüthe in den Kreis unserer Betrachtung auf, so begegnet uns zunächst eine verschiedene Auffassung über die Natur des Gesammtblüthenstandes. Der wesentlichste

Punkt der Differenz liegt in der Interpretation des dritten Blattes an der Primäraxe. PAYER hat dasselbe auf Grund seiner entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen für das Tragblatt der männlichen Blüthe angesehen, welche also nicht wirklich terminale Stellung besitzen, sondern ein Achselprodukt aus jenem Blatte sein sollte. Dieser Meinung schloss sich auch EICHLER an, indem für ihn die »pseudoterminale Stellung mit völliger Unterdrückung des Axenendes kein Hinderniss war, ihr beizupflichten«. Danach glaubte er die Meinung BUCHENAU's, der in dem Sprosse einen dichasialen Blüthenstand erkannte, bei Seite setzen zu müssen und sprach denselben für eine Traube an. Meine Beobachtungen haben mir ein Axenende nicht gezeigt; nach den Erfahrungen, die wir bei den Monocotylen so überaus häufig gemacht haben, und die ich sogleich für die weiblichen Blüthen besprechen werde, müsste auch die Natur der Terminalblüthe eine andere sein, falls ein reales Axenende nachzuweisen wäre, oder falls eine passive Zellzone einen Ausweichstein für die Anlage der ersten Blüthenglieder bilden sollte. Wenn wir nämlich die männlichen Blüthen betrachten, die zuweilen aus dem Primärblatte oder dem ersten accessorischen Blatte hervorgehen, so haben wir den Fall vor uns, dass eine solche unter dem Rückencontakte der Axe entsteht. Hier bilden sich ganz dem Modus gemäss, welchen wir bei den Monocotylen fanden, zwei seitliche Primordialblätter zuerst aus, denen ein vorderes folgt, und mit ihnen im Einklange erscheinen auch nur 3 Staubgefässe. Die gleiche Bildung würde höchst wahrscheinlich auch an der »pseudoterminalen« männlichen Blüthe auftreten, gerade so gut, wie bei den pseudoterminalen Grasblüthen von dem Entwicklungsmodus der echt lateralen nicht abgewichen wird.

Rufen wir uns den Gang der Entwicklung der männlichen Blüthe ins Gedächtniss zurück, so ist nicht zu verkennen, dass sich derselbe in der Weise vollzieht, welche bei einem gedehnten ellipsoiden Vegetationskegel erwartet werden muss. Zunächst wird die Distichie noch nach dem dritten Blatte für 2 Phyllome innegehalten, dann tritt ein mit den letzten beiden gekreuztes Paar auf. Auch PAYER hat diese Lage an einer jungen männlichen Blüthe dargestellt; in Taf. 126, Fig. 2 tritt ein Kelchblatt gegenüber der Mediane des Schutzblattes aus der Öffnung hervor. Jene Schiefstellung, die EICHLER*) in seinen Diagrammen Fig. 127 für das Blatt *p* angab, habe ich niemals in der ersten Entwicklung wahrnehmen können. Offenbar ist er aber nicht durchaus unbeeinflusst von der Vorstellung gewesen, dass die Litorella-Blüthe auf den »Grundplan« von Plantago zurückführbar sein

*) EICHLER Blüthendiagramme I. 226.

müsste. Liess er die Schiefe des Blattes zu, so lagen die Sepalen der männlichen Blüthe ungefähr in Diagonalstellung, welche bei Plantago wirklich beobachtet wird. Die ungleichartige Deckung der Litorella-Kelche, welche genau der Anlagefolge entspricht, erledigte er durch die Hypothese, »dass hier Metatopieen bestehen könnten«.

Was nun die weiblichen Blüthen anbelangt, so meinte er selbst, dass »noch weitere Unterstellungen zu machen sind, wenn man sie ebenfalls auf den gewünschten Typus bringen will«. Gleich den lateralen männlichen sind auch sie mechanisch genügend zu erklären: nach dem Auftreten von zwei transversalen Primordialblättern, denen nach der Veränderung im Vegetationskegel die axoskope Convergenz zukommt, erscheint unter Umständen ein vorderes Blatt und nach diesem kann noch ein viertes wieder an der zu erwartenden Stelle sich einfinden. Der schlauchförmige Körper, welcher für die Corolle angesehen werden kann, entsteht, wie der Fruchtknoten, ausser Contakt mit den vorigen Gliedern als einheitlicher Ringwall. Secundäre Wachsthumsprocesse bringen dann, so weit ich gesehen habe, transversale Läppchen hervor. Ich muss in dieser Beziehung PAYER zustimmen und kann EICHLER's Einwurf gegen die Richtigkeit dieser Angaben nicht beipflichten. Auch BUCHENAU's Ansicht, dass 4 Kelchblätter in eine diagonale Kreuzung gestellt wären, habe ich nicht bestätigt gefunden, eine solche Verschiebung wäre mir auch reell durchaus nicht vorstellbar, da der Raum zur Drehung fehlt und auch ein Anstoss zur Ausführung derselben nirgends nachgewiesen werden kann. Ebenso wenig ist für mich verständlich, dass bei dem Wegfall des einen oder des anderen der vorderen Sepalen, »zugleich unter entsprechender Verschiebung der übrig bleibenden« die Disposition zu Stande kommt, wie sie in den mitgetheilten Figuren EICHLER's ersichtlich ist. Die Zurückführung der Blüthe auf den Plantaginaceentypus scheint mir nicht gelungen, selbst bei den von EICHLER vorausgesetzten Unterstellungen: nach den von PAYER und mir wahrgenommenen Dispositionen ist sie unmöglich.

In den weiblichen und männlichen Blüthen der Litorella lacustris liegen zwei nicht in Übereinstimmung zu bringende, verschiedene Bildungsweisen vor, welche durch die abweichenden Contaktverhältnisse ursächlich bedingt werden. Die ersten sind lateral und entwickeln entsprechend der Form des Vegetationskegels zuerst zwei seitliche Blätter, die man als Kelchblätter meinetwegen ansehen kann, auf die der Gestaltveränderung jenes gemäss noch ein oder zwei weitere gleiche Organe folgen. Die ersteren sind echt terminal und dem distichen, sehr selten decussierten Blattsysteme zufolge normal tetramer entwickelt. Der Blüthenstand ist ein Dichasium und nur in

sofern von den gewöhnlichen Verhältnissen abweichend, dass die Terminalblüthe noch ein Schutzblatt besitzt. Die Bereicherung der Inflorescenz vollzieht sich durch unbegrenzte Blüthenschaaren, von denen gelegentlich aber auch eine Blüthe an der Hauptaxe entspringen kann.

Ob man nach diesen Beobachtungen die Gattung Litorella, von der nur zwei Arten, ausser unserer Pflanze noch eine chilenische Art, die ich leider nicht untersuchen konnte, bekannt sind, noch bei den Plantaginaceen belässt, ist eine Frage, die uns hier nicht weiter beschäftigen soll. Jedenfalls ist sie, was den Blüthenaufbau angeht, von jener Familie nicht unerheblich verschieden.

2. Die aktinomorph-pentameren Blüthen.

Während die decussierten Blüthen bei den Monocotylen nicht ganz vermisst werden, sind die aktinomorph-pentameren den Dicotylen so ausschliesslich eigenthümlich, dass dieser Bau gewöhnlich unter den charakteristischen Merkmalen jener Klasse aufgeführt wird. Sie finden sich in sehr vielen und zum Theil sehr umfangreichen Familien als die einzige Form und man kann vielleicht sagen, dass die aktinomorph-pentameren Blüthen im Gewächsreiche die grösste Verbreitung haben.

Man hat bisher fast allgemein angenommen, dass in diesen Blüthen die Kelchblätter in einer genetischen $^2/_5$-Spirale angelegt werden, und hat in den Diagrammen diese Vorstellung immer zum Ausdrucke gebracht. Die Entwicklungsgeschichte hat in vielen Fällen diese Annahme bestätigt. Nach den Erfahrungen, die wir aber bisher namentlich unter den Monocotylen gesammelt haben, wird es eine besondere Aufgabe sein, zu verfolgen, ob diese Spirale auch wirklich immer nach dem vollen Inhalte des Begriffes vorliegt oder nicht. Niemand kann leugnen, dass die Payer'schen Darstellungen, welche von der ersten Bedeutung sind, nicht ohne Einfluss der Spiraltheorie entstanden sind, und bei oft so schwierig zu untersuchenden Objekten wird das Resultat leicht von einer bestimmten Gewohnheit zu sehen abhängig werden können. Ich bin in nicht seltenen Fällen zu der Überzeugung gekommen, dass die Blätter sich nicht vorschriftsmässig einstellen, und neuerdings hat Goethart in seiner ganz vortrefflichen Arbeit über das Malvaceen-Androeceum auf das Bestimmteste dieselbe Beobachtung für viele Malvaceen gemacht.

Unter Umständen haben nun die Abweichungen von einer $^2/_5$-Spirale keinen Einfluss auf die Kelchdeckung, dann nämlich, wenn die zwei inneren Blätter nach den drei äusseren entstehen. Wie diese

zwei Gruppen sich bezüglich der Ausgliederung ihrer Elemente verhalten, ist vollständig gleichgültig, immer wird, vorausgesetzt dass die Blätter überhaupt zur Deckung gelangen, die Disposition des Quincunx vorliegen.

Die Aestivation hat man in der Morphologie für den allergrössten Theil der Kelche als den Indicator der Entstehung angesehen. Nimmt man es mit der quincuncialen Spirale ernst, soll diese Curve wirklich die genetische Folge ausdrücken und nicht blos ein gewisses in der Vorstellung allein existierendes, formales Schema sein, so wird man sich fernerhin nicht mehr damit begnügen können, die Aestivation zu befragen, sondern wird sich die Ontogenese betrachten müssen. Im gleichem Masse wird man auf die Entwicklungsgeschichte zurückzugreifen genöthigt sein, wenn die Deckung eine unvollkommene, offene oder wechselnde ist. Dies gilt namentlich von denjenigen Kelchstellungen, die zu der gewöhnlichen durch $\frac{3}{2}$ ausgedrückten Disposition invers orientiert sind. Aus den möglichen oder wirklich vorkommenden Fällen nur diejenigen herauszulesen, welche der formalen Theorie adäquat sind, möchte ich fernerhin nicht mehr für erlaubt halten.

In einem wichtigen Punkte sind meine Untersuchungen leider lückenhaft geblieben und ich will nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass es sehr erwünscht wäre, diese Lücke auszufüllen. Ich habe bei den Monocotylen eine Anzahl von terminalen Blüthen nach ihrer Entwicklung geschildert, bei den Dicotylen war die grosse Fülle des zu bewältigenden Materiales die Ursache, dass ich ihnen die Aufmerksamkeit nicht in demselben Masse widmen konnte. Ich habe über die Entstehung der Gipfelblüthe von *Ruta graveolens* L. schon früher einige Mittheilungen gemacht, dieselben bedürfen aber einer eingehenden wiederholten Prüfung. Nicht minder sollten *Monotropa hypopitys* L. und *Menyanthes trifoliata* L. bezüglich ihrer End blüthen studiert werden. Beide Pflanzen bieten, wenn man sich Ende Mai und Anfang Juni das Material beschafft, keine grossen Schwierigkeiten. Die erste ist desswegen interessant, weil zwischen den letzten Seitenblüthen und der Gipfelblüthe ein Blatt oder eine grössere Zahl von Blättern eingeschaltet ist, die scheinbar steril sind. Sieht man aber genauer zu, so findet man in den Blattachseln minutiöse Knöspchen. Wahrscheinlich werden dieselben, entgegen den tetrameren Lateralblüthen, die aufsteigend erscheinen, absteigend angelegt; vielleicht ist auch das oberste von einem gewissen Einflusse auf die Blüthenbildung.

Menyanthes trifoliata nimmt dagegen die Aufmerksamkeit

desswegen in Anspruch, weil die gewöhnlich pentamere Gipfelblüthe mannigfache Abwandlungen zu anderen Zahlenverhältnissen aufweist Ich halte es für möglich, dass diese Varianten unter Berücksichtigung der Contaktverhältnisse, welche durch benachbarte Blätter und Blüthen erzeugt werden, befriedigend zu erklären sind.

Zwischen den Gipfel- und Seitenblüthen vieler Gewächse ist stets eine constante Differenz im Baue wahrnehmbar. Bei Ruta und Monotropa sind die ersteren aktinomorph-pentamer, die letzteren decussiert, bei Adoxa ist es umgekehrt. Der Vorstellung von einem einheitlichen Bauplane sind diese Thatsachen nicht günstig. Der Gegensatz wird auch nicht durch die Annahme beseitigt, dass die Zahlenverhältnisse in der Construction des Bauplanes als unwesentlich eliminiert werden. Sie sind in diesem Falle doch nur desswegen von keiner erheblichen Bedeutung, weil die Differenz unbequem ist. In anderen Bauplänen, wie bei dem der Scrophulariaceen, haben sie wieder einen sehr grossen Werth und dann nimmt man zu den compliciertesten Manipulationen seine Zuflucht, um eine tetramere Blüthe auf einen pentameren Typus zurückzuführen.

a. Die Blüthen der Caryophyllaceen.

Bereits in einer früheren Arbeit*) habe ich Gelegenheit genommen, die Blüthenentwicklung einiger Caryophyllaceen zu schildern. Meine Untersuchungen erstreckten sich damals auf Malachium aquaticum Fr. und Melandryum album Grcke.; ich habe dann später noch mehrere andere Alsineen und Sileneen wie Drymaria, Lepirodiclis, besonders aber Stellaria media Cyr., Vaccaria parviflora Mnch., Saponaria ocimoides L. und officinalis L., Silene armeria L. genauer geprüft. Wenn man die allerfrühesten Zustände der Blüthen studieren will, so wird sich Vaccaria parviflora empfehlen. Sie ist eine ausserordentlich reichblüthige und in ihren ersten Anfängen der Primordien nicht zu winzige Grössen bietende annuelle Pflanze. Das ganze Jahr über stehen wiederum alle Entwicklungszustände von Stellaria media zur Verfügung.**) Sie erfordert aber eine recht subtile Behandlung und entwickelt die Blüthen in nicht gewöhnlicher Weise; ausserdem bringen die Lateralstrahlen namentlich aus den unteren Blättern häufig nicht unmittelbar

*) K. Schumann Blüthenmorphologische Studien in Pringsheim's Jahrbüchern 1889, 401.

**) Ich habe dieses häufige Unkraut oft ganz steif gefroren aus dem Garten genommen und nach dem Aufthauen keinerlei Beschädigungen in irgend einem Theile nachweisen können.

Blüthen hervor, sondern erzeugen erst mehrere Paare decussierter Blätter; man muss sich hüten, diese Sprosse mit sehr jungen Blüthenanlagen zu verwechseln.

Die Blüthenstände von Vaccaria parviflora sind sehr regelmässige Dichasien, bei welchen eine offenbare Förderung des Strahles aus dem einen der beiden Blätter nicht zu verkennen ist. Diese entstehen succedan an einem, dem Raume zwischen Tragblatt und Axe conform gestalteten, quergedehnten Vegetationskegel (Taf. VI, Fig. 16 und 17); der Quotient zwischen langer und kurzer Axe beträgt c. $^7/_4$ zur Zeit, wenn das erste Blatt aus demselben an dem Ende der grossen Axe heraustritt. Schnell nachher erscheint das zweite Blatt. Jetzt bildet sich der restierende Vegetationskegel zu einem Körper von kreisförmigem Querschnitte um. Die Wachsthumszunahme vollzieht sich bei diesem Processe nicht gleichmässig nach der Axe und dem Blatte zu, sondern ist stärker in der Richtung nach vorn.

Die auf der Mediane senkrechte Ebene, welche den elliptisch gedehnten Vegetationskegel in zwei symmetrische Hälften theilte (eine vordere und eine hintere), wird in dem zu einer Kugelkappe umgebildeten Vegetationskegel nach vorn zu verschoben. Durch diese Veränderung erfahren die beiden ersten Blätter, welche die Bracteolen der Blüthen und zugleich die Bracteen neuer in ihren Achseln entstehender Blüthen darstellen, eine Verschiebung nach hinten: sie convergieren nach der Axe zu.

An dem Primordium der Blüthe entstehen drei Blätter. Die Intervalle zwischen ihrem Erscheinen sind ausserordentlich kurz, vielleicht treten sie simultan auf, doch bedarf dieser Punkt noch einer genaueren Beobachtung. Den differenten Öffnungswinkeln entsprechend befinden sich zwei derselben vorn, eins hinten. Nach ihnen erscheinen seitlich die zwei, welche den Kelch vollzählig machen. Die Lappung des Vegetationskegels, welche nach vorhergehender Depression des Scheitels die Anlage der Blumenblätter vorbereitet, geschieht in der gewöhnlichen Weise. Zwischen den Petalen treten vor den Kelchblättern fünf relativ grosse Staubgefässprimordien auf, welche Lücken zwischen sich lassen, die kaum halb so breite Räume für die darauf sich zeigenden Kronstaubgefässe bieten; der Durchmesser der erst erwähnten Anlagen beträgt 0,05—0,06 mm, derjenige der letzteren 0,03 mm.

Nach der Anlage des Androeceums bemerkt man eine Erscheinung, welche von demjenigen Vorgange, den ich für die diplo- und obdiplostemonen Caryophyllaceen geschildert habe, abweicht. Bei Melandryum album und Malachium aquaticum nämlich bleibt der Gipfel des Blüthenprimordiums kreisförmig, er flacht sich stark

ab und dem Contakte mit den Kelch- oder Kronstaubgefässen entsprechend zieht er sich entweder in die Lücken, die vor dem letzteren (Melandryum) oder die vor den ersteren zu der Aufnahme der Lappen bereit sind (Malachium), hinein.*)

Der ebenfalls sich abflachende Vegetationskegel von Vaccaria parviflora aber erfährt zunächst eine sehr deutlich mediane Dehnung; er ist nicht mehr von kreisförmigem, sondern von elliptischem Umrisse (lange Axe: kurze = 6 : 4—5). Wie in so vielen bis jetzt beobachteten Fällen treten auch hier an dem Körper in den Enden der langen Axe zwei Blatthöcker hervor: der Fruchtknoten von Vaccaria baut sich nur aus zwei Karpiden auf.

Ganz ähnlich ist die Entwicklung der Blüthe von Saponaria ocimoides. Auch hier ist die Dehnung des Blüthenscheitels vor der Anlage der Karpiden in medianer Richtung äusserst auffallend (Maximalquotient von langer und kurzer Axe = $^6/_4$) (Taf. VI, Fig. 19). Bemerkenswerth ist für dieses Gewächs, dass ich einmal die lange Axe in der Richtung nach dem ersten Kelchblatte zu orientiert fand. Man hat unbedingt für die Feststellung der Dehnung die Blüthe vor der Karpidenanlage zu prüfen, denn bald nachher rundet sich wenigstens bei Saponaria ocimoides der Fruchtknoten wieder zu kreisförmigem Umrisse ab (Taf. VI, Fig. 20); Vaccaria dagegen liess auch noch in späteren Zuständen die grössere Ausdehnnng der medianen Axe erkennen.

Silene armeria kommt wiederum bis auf die Natur des Fruchtknotens mit den bisher besprochenen Pflanzen überein. Was den letzteren aber anbetrifft, so ist er aus drei Blättern zusammengesetzt. Bisher hatte man immer die Meinung, dass die Stellung derselben zum Tragblatte durch die Relation $\frac{1}{2}$ ausgedrückt würde. Ich fand, dass der sich abflachende Gipfel des Blüthenprimordiums die Form eines sanft convexen dreilappigen Polsters annahm und dass die eine Ecke desselben nach demjenigen Staubgefässe zugewendet war, welches vor dem ersten Kelchblatte sich befand. Dort entstand auch eine der beckenartigen Vertiefungen, welche die randlichen Fruchtblätter ausscheiden, folglich steht der Fruchtknoten wenigstens der ersten Anlage nach nicht gerade zur Mediane, so dass diese, die Mitte der vorderen Fläche und die hintere Kante treffend, ihn symmetrisch theilt, sondern schief zu ihr. Die spätere Abrundung des Ovars kann an einer weiter entwickelten Blüthe diese Stellung nur schwer zur Wahrnehmung bringen.

*) K. Schumann in Pringsheim's Jahrbüchern 1889. Taf. XVII. Fig. 16—17.

Sehr merkwürdig und einer besonderen Besprechung werth ist die Blüthenentwicklung derjenigen Form von Stellaria media, welche durch drei Staubgefässe ausgezeichnet ist. Der Kelchanschluss zeigt keine Abweichungen von den Erscheinungen, die ich für Vaccaria parviflora schilderte, auch bei dieser Pflanze wird nach der Convergenz der Vorblätter der vordere grössere Raum durch zwei, die dorsale Lücke zwischen den Bracteolen durch ein Kelchblatt in Anspruch genommen. Zwei innere Kelchblätter an den gewöhnten Orten beschliessen die Bildung der äusseren Blüthenhülle. Eine Anlage von Blumenblättern findet aber nicht statt; unmittelbar nach dem Auftreten der beiden letzten Sepalen gliedern sich vielmehr über ihnen, superponiert zwei Kalotten aus, welche ganz das Aussehen von Staminalanlagen besitzen. Ich habe sie gewöhnlich simultan auftreten sehen, manchmal aber bemerkte ich die eine früher als die andere. Nach ihnen stellen sich entweder ohne bemerkbare Zeitintervalle, oder in absteigender Folge ähnliche, aber paarige Gebilde vor den 3 übrigen Kelchblättern ein (Taf. VI, Fig. 21).

Alle Primordien sind von kreisförmigem Umrisse, die grösseren haben einen Durchmesser von 0,07, die kleineren von 0,03 — 0,04 mm. Von ihnen bilden sich nur drei, nämlich die einzelnen vor den obersten Sepalen und ein Primordium von den beiden vor dem dritten Kelchblatte befindlichen zu Staubgefässen aus, die 5 anderen entwickeln sich zu Blumenblättern. Im Contakte mit den ersteren schickt dann der sich abflachende Vegetationskegel zwischen sie 3 Läppchen aus, von denen naturgemäss das eine, dasjenige nämlich, welches zwischen das Staubgefäss von s^3 und das vor s^5 fällt, wiederum, wie bei Silene armeria gegenüber dem ersten Kelchblatte zu liegen kommt (Taf. VI, Fig. 24), so dass auch hier eine genaue Geradstellung zur Mediane nicht stattfinden kann.

Viele frühere Autoren haben die entwickelten Blüthen der Stellaria media untersucht und gefunden, dass die Stellung der 3 Staubgefässe wechselt*); sie werden auch als über s^1, s^4 und s^5 fallend angegeben. Ich habe diese Fälle ebenso wenig untersucht, wie diejenigen Blüthen, die pentandrisch oder dekandrisch sind; nicht minder ist mir die Entwicklung der apetalen Blüthen unbekannt. Es wäre eine dankenswerthe Arbeit, alle diese Besonderheiten auf ihre Entstehung hin zu studieren, da sich interessante Resultate aus den Beobachtungen ergeben müssen. Bei den dekandrischen Formen ist die normale Anlage der Caryophyllaceenblüthe zu erwarten, und wir würden dann einen der merkwürdigsten Fälle von Verschiedenheit

*) s. Eichler Blüthendiagramme II. 107 in nota.

in der Entwicklung einer Gruppe, die wir gegenwärtig als eine Art auffassen, vor uns haben.

Der von mir geschilderte Gang in dem Aufbau der Blüthe von Stellaria media hat eine überraschende Ähnlichkeit mit der Entstehung derjenigen von Scleranthus annuus L., wie sie von Payer*) geschildert worden ist. Auch bei dieser Pflanze treten die grossen Staubgefässprimordien über s^4 und s^5 vor den übrigen auf, und dann erst folgt eine einzelne oder unter Umständen paarige Anlage vor s^3 zugleich mit dem Primordzwillinge vor s^1 und s^2. Gewöhnlich entwickeln sich nur die Primordien oberhalb s^4 und s^5 zu Staubgefässen, von den anderen ist das wichtig, was Eichler sagt**): »die übrigen Kelchstaubgefässe sind (wie meist auch die Kronstaubgefässe) nur in Gestalt steriler Spitzchen wahrnehmbar oder auch theilweise unterdrückt.« Muthmasslich walten bei Scleranthus annuus ganz dieselben Verhältnisse ob, wie bei Stellaria media, und auch hier wären die eigenthümlichen Abwandlungen zu erwarten, die ein und dieselben Primordien bald zu Staubgefässen bald zu Blumenblättern ausbilden. Scleranthus besitzt einen dikarpiden Fruchtknoten, vor dessen Entstehung eine mediane Dehnung des Blüthengipfels sich vollziehen muss, diese ist auch in den Zeichnungen Payer's sehr schön zum Ausdrucke gelangt.

Payer's weitere Untersuchungen an Drymaria divaricata H. B., Illecebrum verticillatum L., Mollugo verticillata L. und Talinum patens W., Calandrinia Menziesii Hk. und Montia fontana L., zu denen ich noch die von Calandrinia glauca Schrad. und Montia rivularis Gm., welche ich untersucht habe, zählen kann, zeigen, dass unter den Caryophyllaceen eine Mannigfaltigkeit der Blüthenentwicklung herrscht, wie sie in einer anderen ähnlich umfangreichen Gruppe gewiss nicht zum zweiten Male gefunden wird, und welche jeden Versuch, alle diese Blüthen genetisch unter einen Hut bringen zu wollen, vollkommen scheitern lässt. Eichler hat von dem Unternehmen, alle diese 4-, 5- und 3-zähligen Gestalten durch theoretische Interpretationen »verstehen« zu lassen, das er noch bei den Urticaceen und Chenopodiaceen unter Vergleich mit Monocotylen u. s. w. pflegte, Abstand genommen. Auch mir steht nicht diejenige Erfahrung zur Seite, dass ich im Stande wäre, alle Mannigfaltigkeiten auf ihren ursächlichen Zusammenhang mit den berührenden Gliedern zurückzuführen. Nur folgendes sei bemerkt.

Wenn die Abrundung des Vegetationskegels zu kreisförmigem

*) Payer Organogénie de la fleur t. 70.

**) Eichler Blüthendiagramme. II. 108 in nota 2.

Querschnitte so lange hinausgeschoben wird, bis ein simultaner Cyklus (die Blumenblätter) entsteht, so entwickeln sich decussierte Blüthen; ich fand diese Anlagen an einem Stocke von Malachium aquaticum häufig und habe eine derselben in dem Augenblicke, wo sich die Karpiden ausgliedern, in einer früheren Arbeit*) dargestellt. Gewöhnlich weisen Sagina procumbens L. und Moehringia muscosa L. in allen Blüthen das gleiche Arrangement auf.

Tritt die Abrundung des Vegetationskegels vorher ein, so entsteht immer ein spirales Blattsystem. Die Ursache desselben liegt wohl zweifellos in dem Unterschiede des vorderen und hinteren Öffnungswinkels der Bracteolen, derzufolge vorn zwei und hinten ein Blatt in den Lücken Platz haben. Wenn das eine Kelchblatt, welches in ganz bestimmter Weise zum Tragblatte orientiert ist, das andere regelmässig mit der einen Seite deckt, so deutet dies darauf hin, dass es wohl oft früher entsteht, obgleich mir der Nachweis dieser Thatsache nicht immer gelungen ist. Das deckende Blatt liegt stets nach der Seite der zuerst auftretenden Bracteole.

Die trimeren Blüthen, welche an Mollugo verticillata beobachtet werden, sind mit denen der Monocotylen nicht zu vergleichen, sondern verhalten sich ganz wie pentamere, nur dass bei ihnen die zwei letzten Kelchblätter nicht in die Erscheinung treten. Derjenige Act nämlich, welcher die Fortsetzung der Spirale an allen Blüthen unterbricht, das Auftreten eines simultanen Kreises, dessen Elemente sich den Contaktverhältnissen entsprechend in die Lücken zwischen die bereits erzeugten Phyllome stellen, tritt bereits früher ein, als bei den pentameren, nämlich nach der Entstehung von 3 Blattanlagen.

Über die Mannigfaltigkeit in der Stellung isomerer Karpiden habe ich ebenfalls in der erwähnten Arbeit mich ausführlich geäussert und kann darauf verweisen. Ich will nur kurz hervorheben, dass die auf den Payer'schen Zeichnungen construierte Verschiebung der epipetalen Staubgefässe nach aussen, welche die gleichsinnige Stellung der Karpiden bei einzelnen Gattungen bedingen soll, nicht statt hat. Die Differenz in der Stellung wird vielmehr durch die Verschiedenheit der Contakte entweder mit den epipetalen oder den episepalen Staubgefässen hervorgebracht.

Bei dikarpiden Ovarien findet sich fast stets mediane Stellung der Fruchtblätter. Der Entstehung derselben geht immer eine Dehnung des Blüthenbodens in dieser Richtung voraus; der Blüthenscheitel wird elliptisch, und nach den gewöhnlichen Erfahrungen treten die Neubildungen an ihm in den Enden der langen Axe hervor. Bemerkens-

*) K. Schumann in Pringsheim's Jahrbüchern 1889. t. XVII. Fig. 17.

werth ist indess, dass zuweilen auch eine zweite Lage sich findet, bei der die Axe der Dehnung durch das erste Kelchblatt geht. Bei einer anderen Familie wird uns diese Stellung der Karpiden öfter begegnen. Ich möchte daraus schliessen, dass auch in diesen Richtungen sich eine Streckung leichter vollziehen kann, als in der eines anderen Kelch- oder eines Blumenblattes. Auch der Umstand, dass gerade an diesem Orte das erste Kelchblatt auftritt, könnte wohl darauf hindeuten, dass hier ein besonders günstiger Platz für eine Wachsthumszunahme des Primords und die Anlage eines Blattes sein dürfte.

Diese Vermuthung wird wieder unterstützt durch die Beobachtung, dass bei einem dreikantigen Blüthengipfel, welcher die Anlage eines trikarpiden Ovars einleitet, die eine Kante stets in diese Richtung fällt. Ich habe viele andere trimere Fruchtknoten, z. B. die von Viola, Tropaeolum, Euphorbia, in der frühesten Anlage untersucht und immer das gleiche Verhältniss beobachtet. Auch Payer zeichnet dieselbe Beobachtung für Talinum patens*) ab. Nur herrscht hier die Modification, dass der Kelch 2-blättrig ist und somit die eine Spitze des Dreiecks auf das erste Blumenblatt zufällt. Bei dieser Pflanze verhält sich aber der Kelch genau wie ein Paar Vorblätter, und die pentamere Blumenkrone hat genau die Natur eines Kelches, denn sie wird nach Payer nicht simultan, sondern spiral ausgegliedert. Gerade also die hier vorliegenden morphologischen Differenzen sprechen in ihrer Abweichung zu Gunsten meiner Auffassung. Ob die sichtliche Vergrösserung des auf p^1 hingewendeten Karpidprimordiums in Payer's Zeichnung gegenüber den beiden anderen nur auf Zufall beruht oder durch die gleiche Ursache hervorgerufen worden ist, müssen spätere Untersuchungen genauer begründen.

Die Blüthenentwicklung von Stellaria media, forma triandra und die von Scleranthus annuus, welche von Payer mitgetheilt worden ist, und, wie schon bemerkt, mit jener vollkommen übereinstimmt, bedürfen noch einer etwas ausführlicheren Besprechung. Eichler**) hat gemeint, die Angabe Payer's, dass das Androeceum aus 5 episepalen Primordien entstände, bezweifeln zu müssen. Die Gründe, welche er für seine Ansicht ins Feld führte, bewegen sich nur auf theoretischem Boden und sind, meinem Erachten nach, wenig stichhaltig; ich habe vielmehr, nachdem ich, völlig unbekannt mit Payer's Resultaten, also ganz unabhängig, die gleichen Erfahrungen an Stellaria media gemacht habe, das beste Zutrauen zu jenen Angaben. Die Kalotten werden in Wirklichkeit, darüber kann für meine Pflanze

*) Eichler Blüthendiagramme II. 116.

**) Payer Organogénie de la fleur t. 70. Fig. 34.

kein Zweifel sein, episepal ausgegliedert, und auch die Beobachtung, dass vor den grossen äusseren Sepalen zum mindesten häufig ellipsoid geformte Wülste auftreten, die erst durch eine Furche in zwei Sonderkalotten zerfallen, kann ich vollkommen bestätigen. Ich habe die Längsausdehnung derselben zu 0,008—0,009, die Breite zu 0,02—0,03 mm in dem Momente bestimmt, wenn sie eben aus dem Vegetationskegel hervorkommen. Vor dem dritten Kelchblatte dagegen begegneten mir immer 2 ungleich grosse Primordien, von denen das grössere zu einem Staubgefässe wurde.

Während die drei grossen Kalotten sich mehr und mehr zu den Staubgefässen umbilden, verliert man die übrigen 5 fast ganz aus den Augen. Ohne Zweifel gehört die genaue Ermittlung der Thatsache, welches Geschick ihnen zu Theil wird, unter die schwierigsten Aufgaben, welche die Entwicklungsgeschichte bietet. Die grösste Sorgfalt in der Herstellung der Präparate ist nothwendig, wenn man ihre Anwesenheit am Grunde der Staubgefässe, welche bereits mit langen Fäden versehen sind und deren Antheren vierknöpfig geworden sind (Taf. VI, Fig. 22), nachweisen will. Die geringste Berührung der minutiösen Kügelchen *p.* zerstört diese, und man wird vergeblich nach ihnen suchen. Später vergrössern sie sich ein wenig, sie schwellen an den Seiten an und sehen wie kleine Staubbeutelanlagen aus, endlich werden sie flach, erhalten an der Spitze einen Einschnitt und zeigen von nun an klar ihre wahre Natur (Taf. VI, Fig. 23 *p*).

Zur Erklärung der eigenthümlichen Entwicklung der Blüthen von Stellaria media und Scleranthus möchte ich auf folgende Umstände aufmerksam machen. Nachdem einmal die ersten Kalotten vor s^4 und s^5 aufgetreten sind, können nach dem herrschenden Arrangement Blumenblätter nicht in Alternanz mit den Kelchblättern angelegt werden. Der Vegetationskegel der Blüthe ist relativ hoch kegelförmig, die Kalotten stehen unmittelbar in der Nachbarschaft der Sepalen und würden für die Petalen als Fremdkörper störend im Wege sein. Die Blumenblätter würden nur dann auftreten können, wenn durch eine radiale Dehnung im Blüthenboden zwischen dem Kelche und dem Androeceum ein Raum für sie geschaffen würde, ein Fall, den wir später kennen lernen werden.

Sollen nun noch weitere Körper ausgegliedert werden, so müssen sich diese nach den beiden Kalotten als Contaktkörper in ihrer Stellung richten. Die beiden ersten Kalotten nehmen die höchsten Stellen am Vegetationskegel ein, welche Neubildungen hervorbringen können; unter ihnen liegen noch relativ grosse Räume zur Besetzung frei. Der im Umfange kreisförmige Vegetationskegel bedingt die Anlage eines spiralen Systemes, demgemäss wird nach den gewöhnlichen

Divergenzen die Ausgliederung absteigend sein, und weil die Richtungsunterschiede zwischen den aufsteigend angelegten Sepalen und den absteigend erscheinenden Kalotten gleich sind, werden die letzteren über die Kelchblätter treten.

Die Ursache aber dafür, dass die ersten zwei Kalotten über s^4 und s^5 sich zeigen, glaube ich darin sehen zu müssen, dass einmal der Blüthenscheitel sehr schlank ist und dass anderseits die beiden Kelchblätter ausserordentlich klein sind, sie bilden nur ganz schwache Säume um jene.

Die Erscheinung, dass die Staminalkalotten vor den Kelchblättern absteigend spiral angelegt werden, wird uns später noch mehrfach beschäftigen, sie ist durchaus nicht ungewöhnlich und besonders bei octandrischen Blüthen nicht zu selten. Da auch Stellaria media und Scleranthus im Ganzen 8 Kalotten erzeugen, so würden sich diese Blüthen naturgemäss an die beiden Pflanzen anreihen.

In die hergebrachten Schemata fügen sich die Beobachtungen nicht ein und dieser Umstand bewog wohl Eichler in erster Linie, dass er in die Payer'schen Beobachtungen einen so ausdrücklichen Zweifel setzte. Die Blüthen können auch nicht durch in der Vorstellung existierende Verschiebungen oder anderweitige Correkturen auf das Caryophyllaceendiagramm zurückgeführt werden.

b. Die Blüthen der Gattung Tilia.

In Mai vermag man, wenn man bereits während der ersten Tage dieses Monats mit den Beobachtungen beginnt, alle Zustände in der Entwicklung der Blüthe von Tilia platyphyllos Scop. zu studieren. Der Aufbau der Zweige mit ihren Inflorescenzen ist schon vielfach der Gegenstand sorgfältiger Untersuchungen gewesen und bereits von Wydler ist das nicht ganz einfache Problem durch die Prüfung fertiger Zustände recht glücklich gelöst worden.

Untersucht man eine junge, eben austreibende Laubknospe, so findet man, dass die noch entstehenden Blätter aus dem Vegetationskegel, von nahezu kreisförmigem Umrisse, als drei simultane, sich am Grunde berührende Höcker hervortreten. Die aufeinander folgenden Blattanlagen erscheinen vom ersten Anfange an, der späteren Epinastie entsprechend, nach dem allerdings im vorigen Herbste bereits abgefallenen Tragblatte hin convergierend, am Sprossscheitel. Von den drei Gebilden wächst das axenwärts gelegene regelmässig schneller, es wird wie das entsprechende vordere convex und beide umgreifen mit ihren den Mittelkörper berührenden Flanken diesen selbst. Sie sind die Stipeln des Blattes, dessen Spreite sich nach

und nach erhebt, die Form eines etwas gekrümmten Kegels annimmt, der sich ein wenig über den Vegetationskegel biegt und sich dann gerade streckt. Hierauf tritt durch das vermehrte randliche Wachsthum im Blatte eine nach hinten gerichtete Furchung auf, diese wird immer tiefer und endlich bildet sich das Blatt mit der eigenthümlichen, in der Mitte der Spreite gefalteten Knospenlage aus, welche die Linden und alle Laubbäume mit schirmförmig ausgebreiteten, die Blätter in horizontaler Distichie tragenden Ästen auszeichnet. Bald nach der Entstehung des Blattes weitet sich der Achselgrund desselben und zwar von der grossen axenwärts gelegenen Stipel nach der kleinen zu in steigendem Masse. Hierauf erscheint bei jedem Blatte ein Achselprodukt, von denen das aus dem untersten Blatte zu einer Laubknospe wird. Diejenigen Primordien, welche aus den Achseln der höheren Blätter entspringen, verhalten sich aber anders. Die Form ist dem vorhandenen Raume entsprechend senkrecht zur Mediane des Tragblattes gedehnt. Dieser Gestalt gemäss bringt der Körper zwei Blätter hervor, die succedan entstehen, und zwar erscheint das vor der grossen Stipel gelegene zuerst, das vor der kleinen von der Tragaxe des Zweiges abgewendete später und ist etwas höher inseriert (Taf. VI, Fig. 25, α und β). In der Achsel des zweiten dieser Blätter entsteht ein Achselspross. Je nach der Mächtigkeit desselben hat man ein doppeltes Bild, manchmal erscheint er wie gewöhnlich als relativ kleiner Wulst vor seinem Mutterblatte; in anderen Fällen wird er durch eine auf der langen Axe senkrecht verlaufende Furche von dem Achselprimordium abgespalten (Taf. VI, Fig. 26 *l*). Der kleinere Körper wird zur Laubknospe, die im kommenden Jahre austreibt; der Haupttheil des Achselproduktes wird zur diesjährigen Inflorescenz (Taf. VI, Fig. 26 *if*).

Nachdem sich das Primordium des Blüthenstandes abgerundet hat, geht es in eine dreiseitig prismatische Form über. Die kleinste Seite des gleichschenklig dreiseitigen Querschnittes ist nach dem Tragblatte der Inflorescenz und Laubknospe hingekehrt, die Spitze ist nach der Axe gewendet, die eine Seite wird von dem ersten Vorblatte des Achselproduktes auf der ganzen Ausdehnung berührt. In der Lücke zwischen Trag- und Vorblatt entsteht nun ein erstes Blatt z, dem sich schnell zwei andere Blätter an den übrigen Ecken des Primords anschliessen (Taf. VI, Fig. 27, α und β).

Vor den letzten beiden Blättern werden aus dem sich dauernd vergrössernden Primordium, das aber im Ganzen die alte Form vorläufig beibehält, durch geradlinig verlaufende Furchen Theilprimordien abgeschnitten, die eine Mittelparzelle von wieder gerundet dreiseitiger Form einschliessen, welche schief zu z liegt. Im Contakte mit den

beiden zu α und β gehörigen Produkten und z entstehen aus der Mittelparzelle drei Kelchblätter (Taf. VI, Fig. 29 t), die in spiraler Folge auftreten. Die zwei seitlichen simultan darauf erscheinenden vervollständigen dann den Kelch zu seiner 5-blättrigen Form.

Die Primordien in den Achseln von α und β strecken sich, dem Wachsthume der Blätter an der Basis folgend, zu fast ellipsoider Form (Taf. VI, Fig. 30) und legen zwei transversale Vorblätter α' und β' an, vor welchen wieder durch Furchungen neue quergestreckte Primordien entstehen (Taf. VI, Fig. 31). Der Mittelkörper rundet sich nach vorn zu kreisförmig ab und bewirkt durch diese Formveränderung die Convergenz von α' und β' nach hinten.*) Die Anlage der Kelchblätter vollzieht sich an ihm in ganz der Weise, welche ich für die erste Blüthe gezeigt habe. An Stelle von z fungieren jetzt α oder β, vor ihnen erscheinen zwei Blätter; in der Lücke gegenüber dem Tragblatte des Sprosses ist dagegen nur für ein Blatt genügender Raum. Bei der von mir besprochenen Art bildet sich in der Regel von den beiden Achselprodukten aus α' und β' nur das letztere aus, aber auch bei solchen Linden, die gleich T. ulmifolia eine weitergehende Gliederung der Inflorescenz erzeugen, ist der Strahl aus diesem Tragblatte regelmässig gefördert. Ohne Zweifel liegt in der ausgesprochenen Differenz die Ursache, dass das erste Kelchblatt in den Blüthen aus α und β ohne Ausnahme nach der geminderten Seite hinfällt. Indem die zwei letzten Kelchblätter sich in die grössten Lücken des Systemes, nämlich zwischen die beiden vorderen und das hintere, einfügen, entsteht ein Spiralsystem, das von α^1 über β^1 zu s^1, s^2 u. s. f. anschliesst. Bezüglich der Halbierungsebene durch die ersten Blüthen sind die Primordien aus α und β ungefähr spiegelbildlich gleichen Bedingungen unterworfen, desswegen stellen auch die aus ihnen sich entwickelnden Specialinflorescenzen ihre Organe symmetrisch zu einander, d. h. sie sind antidrom. Alle diese Beobachtungen stimmen vollkommen mit den Resultaten überein, mit welchen uns die früheren Morphologen durch die genauste Analyse der entwickelten Inflorescenzen bekannt gemacht haben.

Was die weitere Ausbildung der Blüthe anlangt, so erscheinen zunächst simultan in den Lücken zwischen den Kelchblättern die Blumenblätter als vorspringende Lappen des sich etwas deprimierenden Blüthenbodens; dann erhebt sich der letztere plötzlich zu einem gewölbten Kissen, auf dessen Seiten, etwas vom Scheitel entfernt, an 5 mit den Blumenblättern correspondierenden Stellen Kugelkalotten

*) In Taf. VI, Fig. 31 ist die Stellung dieses Lateralstrahles leider umgekehrt vom Lithographen dargestellt worden.

auftreten, deren Form jener von Staubgefässanlagen entspricht. Das spätere Geschick dieser ersten Anlage des Androeceums, ist je nach den Arten der Gattung verschieden. In der Blüthe von Tilia platyphyllos wird daraus ein wirkliches Staubgefäss, bei T. Americana L. und einigen anderen Arten flacht sich dasselbe ab und nimmt petaloide Form an. Diese Blättchen stellen dann die für die systematische Eintheilung der Gattung wichtigen sogenannten Staminodien*) dar. Nachdem sich das erste Element des Androeceums von Tilia platyphyllos gezeigt hat, wird der Raum zwischen ihm und dem Blumenblatte durch zwei seitliche Höcker besetzt (Taf. VI, Fig. 32); darauf hebt sich wieder der ganze Blüthengipfel über den Blumenblättern, und in der frei werdenden Bahn zwischen dem Neubildungspaare und dem Blumenblatte tritt wieder ein Paar ähnlicher Dinge hervor (Taf. VII, Fig. 1 *st*). Der Blüthenkörper wächst aber nicht bloss vertical durch intercalare Dehnung oberhalb der Blumenblätter, sondern nimmt auch an Umfang zu. Die hierdurch frei werdenden Stellen zwischen den Petalen werden schliesslich ebenfalls mit 2 Kalotten belegt (Taf. VII, Fig. 2). Alle diese Gebilde werden zu Staubgefässen. Ich fand also an einer normal entwickelten Blüthe von Tilia platyphyllos das Androeceum aus 5 (3 Paar + 1) Staubgefässanlagen aufgebaut; nicht selten beobachtete ich indess, dass das eine oder andere dieser Organe nicht zur Ausbildung gelangte. Die Schilderung zeigt, dass zwischen der Entwicklung des männlichen Geschlechtsapparates meiner Pflanze uud der Darstellung, welche Payer**) von dem der Tilia Americana gegeben hat, einige bemerkenswerthe Differenzen existieren. Einmal konnte ich eine so bestimmt für eine Staminalreihe prädisponierte locale Wölbung am Blüthencentrum oberhalb der Petalen nicht nachweisen, ferner habe ich den hohen freien Raum zwischen dem Blumenblatte und der ersten Staminalanlage nicht beobachtet: in dem Masse vielmehr, als der Körper sich hob, bedeckte er sich mit Staubgefässkalotten. Alsdann treten zwischen den Doppelreihen von Staubgefässprimordien aus dem Blüthengrunde bei Tilia Americana viel zahlreichere Körper auf, als die zwei von Tilia platyphyllos, eine Erscheinung, die offenbar mit dem grösseren, verfügbaren Raume bei der ersteren zusammenhängt.

In der Zeit, welche zwischen dem Auftreten des ersten und zweiten Staminalpaares liegt, erfährt der von Neubildungen freie Gipfel

*) Das Staminodium in der Gattung Tilia kann mit den bei den Sterculiaceen so häufig auftretenden Bildungen ähnlicher Art nicht homolog gesetzt werden; in der zuletzt erwähnten Familie bilden die Staminodien einen mit den Androecealgliedern abwechselnden, eigenen Cyklus.

**) Payer Organogénie de la fleur, t. 4.

eine Veränderung. Er flacht sich ab und bereitet sich auf die Anlage der Karpiden vor. Er steht in inniger Berührung mit den obersten Staubgefäss- (bei Tilia Americana mit den Staminodial-) Primordien, und ist nicht gleich dem von Papaver durch eine Furche von jenen geschieden. Bei der Lappung des deprimierten Körpers müssen sich die Ecken zwischen die Primärkalotten hineinziehen (Taf. VII, Fig. 1). Die bei den Tiliaceen ziemlich verbreitete episepale Karpidstellung wird demnach für Tilia durch den Contakt erklärt.

Ehe ich nun zu der Besprechung über die theoretische Deutung der Blüthe und der Inflorescenz übergehe, will ich noch auf einige eigenthümliche Stellungsverhältnisse in den Begleitblättern der letzteren aufmerksam machen. Die Blätter an jedem Zweige einer Linde sind nach der Seite des Tragblattes convergent, sie stellen also kein rein distiches, sondern ein symmetrisches System dar. Da nun die Blüthenstände regelmässig in der Achsel der grossen Stipeln der Tragblätter erscheinen und diese nach der Axe zugekehrt sind, so haben sie auf der einen Seite des Zweiges zu der Mediane ihrer Tragblätter die umgekehrte Lage als auf der anderen, auf der einen Seite stehen sie rechts von ihnen, auf der gegenüberliegenden links. Diese Orientierung ist von grosser Wichtigkeit für die Stellung der Inflorescenzen an dem ausgetriebenen Zweige. Er erhält seine definitive Stellung dadurch, dass er sich in der Richtung über sein (natürlich bereits im Herbste abgefallenes) Tragblatt biegt. Die Bewegung bringt einmal die Laubblätter in eine äusserst vortheilhafte Lage: sie haben ihren Hauptnerven mit dem Rücken nach unten, der Schattenseite gewendet und brauchen nur, ohne irgend eine Drehung zu machen, die beiden in der Knospenlage an einander geklappten Blatthälften zu öffnen, um die morphologische Oberseite zenithwärts zu stellen.

Die ursprünglich nach der Hauptaxe hin gewendeten Inflorescenzen liegen nun excentrisch zur Mediane, alle nach der Lichtseite gekehrt in einer vortrefflich exponierten Stellung, die vorläufig sich nicht weiter entwickelnden Laubknospen hingegen werden im wahren Sinne des Wortes in den Schatten gestellt.

Die weiteren Begleitblätter der Inflorescenz haben zu den Vorblättern des Achselsprosses wiederum eine fixe Stellung. Das Blatt, welches mit z bezeichnet wurde, befindet sich zwischen dem ersten Vor- und Tragblatte des kleinen Systemes, von dem die Inflorescenz einen Theil ausmacht. Es leitet aber ein neues spirales Blattsystem ein, welches durch α und β fortgesetzt wird. Wenn wir nun die Richtung der Verbindungscurve dieser drei Blätter verfolgen, so muss dieselbe natürlich bei den symmetrisch gestellten Tragblättern des

Zweiges gegenläufig sein und in der That verläuft sie bei den linken Blüthenständen, bei denen, welche links von der Mediane des Tragblattes liegen, rechts d. h. im Sinne des Uhrzeigerganges, bei den rechten Infloreseenzen aber umgekehrt. Die Succession der Kelchblätter an der Hauptblüthe hält dann regelmässig denselben Spiralgang inne, wodurch ein bereits von Eichler vermuthetes, aber wegen der klappigen Aestivation der Kelche nicht zu beweisendes Verhältniss bestätigt wird.

Fragen wir uns nun, in welche der gewöhnlich festgehaltenen Kategorieen sollen wir die Blüthenstände einreihen, so ist die Antwort nicht leicht in objektiver Weise zu geben. Die gleiche Schwierigkeit hat sich auch den früheren Morphologen aufgethan. Schon Eichler*) hat die Angelegenheit sehr ausführlich behandelt und die einzelnen in Betracht kommenden Momente kritisch auseinander gelegt. Offenbar haben wir einen begrenzten Blüthenstand vor uns, denn die durch Parzellierung des Vegetationskegels herausgeschnittene Mittelblüthe findet sich, wie ich**) nachgewiesen habe, in vollkommen übereinstimmender Weise bei den Doppelwickeln. Nicht minder ist die convergente Stellung der Strahlen aus α und β bei diesem Blüthenstande wiederzufinden. Das Vorhandensein eines Zwischenblattes z, welches ohne Achselspross das Spiralsystem an der Axe der Inflorescenz einleitet, wird uns später auch wieder begegnen. Kurz, die Übereinstimmung zwischen der ersten Entwicklung einer Doppelwickel und derjenigen der Lindeninflorescenz ist eine vollkommene. Es ist aber noch die Frage, ob überhaupt die Doppelwickel an sich ein dichasial-cymöser Blüthenstand ist. Die spirale Anlage der Hauptseitenstrahlen spricht nicht dafür; die Thatsache, dass bei Anchusa und anderen Borraginaceen nicht allzu selten an Stelle von zwei Borragoiden deren drei gefunden werden, fällt gegen die Voraussetzung in die Wagschaale. Bei Tilia ist überdiess die Beobachtung ebenfalls gemacht worden, dass die Spiralanlagen, die mit z beginnen, durch β noch nicht abgeschlossen sind, sondern noch um ein Blatt weiter fortgesetzt werden: kurz wir kommen zu dem Resultate, dass wir entweder in dieser Inflorescenz eine botrytische Form mit Gipfelblüthe erkennen, oder dass wir sie für ein Pleiochasium halten müssen. Die Unsicherheit, welche in Eichler's Darstellung, die sich wieder auf Wydler's Beobachtung und Meinung stützte, zum Ausdrucke gelangte, wird auch, wie ich es nicht anders erwartete, durch die Entwicklungsgeschichte nicht beseitigt, die ganze Frage ist nicht objektiv

*) Eichler Blüthendiagramme II. 269.

**) K. Schumann in Berichten der deutschen botan. Gesellschaft 1889, p. 72.

lösbar, oder mit anderen Worten die botrytischen Inflorescenzen mit Gipfelblüthen sind von den Pleiochasien nicht zu unterscheiden.

Von allgemeinerem morphologischen Interesse sind noch folgende Einzelheiten, die eine kurze Betrachtung verdienen. Die Convergenz der Vorblätter an den Hauptseitenstrahlen nach hinten ist bei Tilia ganz besonders deutlich als eine secundäre Lagenveränderung zu erkennen. Sie stehen in der Anlage der quergedehnten Form des Achselproduktes entsprechend transversal, später rundet sich die Hauptaxe wieder nach vorn zu ab und diese bevorzugte Wachsthumsrichtung verändert die Divergenzen derart, dass sich die beiden Blätter nach hinten zu nähern. Aus derselben Ursache wird der Öffnungswinkel beider vorn vergrössert und im Contakte mit dem Tragblatte bilden sich auf dieser Seite zwei Blätter des Kelches aus, während hinten nur eins Raum findet. Durch diesen Unterschied wird die pentamere Stellung bedingt. Ob in allen Fällen genau der von der Theorie geforderte Spiralgang dieser drei Blätter in der Ausgliederung eingehalten wird, habe ich, wegen der ausserordentlich schnellen Succession der Organe nicht bestimmt festsetzen können. Die zwei letzten Kelchblätter s^4 und s^5 scheinen aber fast immer zugleich aufzutreten.

Weniger leicht ist die Stellung der Blätter an der Hauptaxe der Inflorescenz zu ergründen und mechanisch genügend zu analysieren. Die Laubknospe, welche als Achselprodukt aus dem oberen Vorblatte des primären Seitenstrahles erscheint, erschwert die Übersichtlichkeit der Relationen sehr erheblich. Die eigenthümliche dreilappige Form des Primordiums, welche mir bei anderen Inflorescenzen nicht begegnet ist, muss vielleicht auf diese Complikation zurückgeführt werden. Jedenfalls empfiehlt sich diese, freilich nicht leicht zu behandelnde Angelegenheit einer ferneren Prüfung. Was nun die Staubgefässentwicklung anbelangt, so haben wir hier zum ersten Male den Fall vor uns, dass die zahlreichen Gebilde als durch Spaltung aus einem einzigen Staubblatte entstehend angesehen werden, eine Erscheinung, die bekanntlich in der ganzen Gruppe der Columniferen theoretisch auf den gleichen Process zurückgeführt wird. Ich halte desswegen eine Beleuchtung dieser Spaltungsfrage für nicht unangemessen.

Die reale Beobachtung spricht der Spaltungstheorie in sofern nicht das Wort, als ein Blatt, an dem sie sich vollziehen könnte, nicht gebildet wird; vielmehr treten ausser allem Contakte, mechanisch also vorläufig durchaus in den Ursachen unerklärbar, über den 5 Blumenblattanlagen fünf einzelne Kalotten in relativ beträchtlicher Entfernung von jenen auf. Die vorhandenen freien Räume zwischen diesem Körper und dem Blumenblatte werden dann successive mit Neubildungen gleicher Natur, Form und annähernd derselben Grösse belegt. Dies

geschieht so lange, als durch die intercalare Wachsthumszone oberhalb der Petalen neue freie Räume geschaffen werden; bei Tilia Americana hebt sich der mittere Blüthenkörper energischer, desshalb finden wir dort über jedem Blumenblatte 2—3 Paar Primordien mehr als bei T. platyphyllos. Warum sich dieser halbkugelige Körper nur streifenweise mit derartigen Gebilden beladet, so dass zwischen den Doppelreihen, die zu jedem Blumenblatte gehören, ebenso wohl als zwischen jeder von beiden Reihen Flächen liegen, die keine Neubildungen erzeugen, können wir gegenwärtig nicht ermitteln und müssen darin inhärente Besonderheiten der Linden erkennen. Bis auf die streifenweise localisierte Entstehung der Staminalanlagen stimmt der Entwicklungsmodus mit dem des Androeceums von Capparis vollkommen überein, auch dasjenige der Cistaceen verhält sich sonst genau gleich. Wenn man aber bei der ersteren sicher von einer Spaltung, die man mit der eines getheilten Laubblattes verglichen hat, nicht sprechen will, weil die Sache zu compliziert wird, so macht man sich gewiss einer Inconsequenz schuldig.

Die Vorstellung, dass man in dem Androeceum ein Homologon von fünf gespaltenen Blättern erkennen soll, wäre vielleicht für jene Columniferen, welche bündelförmig vereinte Staubgefässe haben, minder unangemessen; indess vollzieht sich diese Zusammenfassung durch locale, intercalare, gemeinschaftliche Gewebestücke bewirkt, erst sehr spät; bei vielen Tiliaceen unterbleibt sie ganz, so dass man wieder auf die höchst misslichen, congenitalen Interpretationen zurückgreifen muss.

Wenn man in dem Umstande, dass die Malvaceen monothecische Antheren haben, die sonst noch bei den Bombaceen auftreten, ein besonders massgebendes und die Vorstellung der Spaltung bestätigendes Moment erkennt, so sehe ich die Wichtigkeit des Argumentes desswegen nicht recht ein, weil die allermeisten sogenannten gespaltenen Staubblätter in ihren Strahlen dithecische Antheren besitzen. Hier kommt doch alles nur darauf an, wo die Wachsthumszunahmen unterhalb der Primordien einsetzen: heben sie grössere Vergesellschaftungen derselben empor, so entstehen brüderig gebündelte Gruppen, heben sie die Stellen unter den Einzelkörpern, so müssen sich monothecische Antheren bilden. Die Erscheinung wird klarer werden, wenn ich auf die sonderbaren Emporhebungen der geschaarten Blüthen von Galium cruciata zurückweise, wo dichasiale Verzweigungen durch secundäre Wachsthumsprocesse sich geltend machen, die ursprünglich durchaus nicht der Anlage nach vorhanden gewesen sind.

Für unsere Beobachtungen sind derartige Spaltungen also nicht bemerkbar. Die ganze Theorie hat nur eine bildliche Bedeutung.

Man sieht an Orten, die in benachbarten Familien oder Gattungen nur ein Staubgefäss hervorbringen, mehrere oder viele, zuweilen bündelig gruppierte derselben. Für eine einheitliche Auffassung des Blüthenschemas kann man sich nun wohl denken, dass das Einzelblatt sich in viele Strahlen aufgelöst hat, ehe es seine Bestimmung, Antheren zu bilden, erfüllte. Dieser ganze Process müsste sich freilich hinter der Welt der Erscheinungen vollzogen haben und gerade diese Gedankengänge haben den früheren Morphologen den Vorwurf, dass sie von der Gewalt der Idee sich nicht frei machen konnten, zugezogen. Gegenwärtig umkleidet man die Vorstellung mit dem phylogenetischen Gewande. Wunderbar bleibt dabei immer der Umstand, dass diese vermeintliche Spaltung sich so oft nur in der Androecealsphäre findet, während die ganze Laubregion nicht die mindeste Neigung dazu verräth, wie bei den Myrtaceen, Clusiaceen, Hypericaceen etc., deren ungetheilte Blätter einen wichtigen Familiencharakter ausmachen.

Man hat vielfach die Meinung vertreten, dass der innere genetische Zusammenhang zweier entfernter Erscheinungsformen dadurch bewiesen wird, dass man im Stande ist, zwischen beide Pole intermediäre Gestalten einzuschalten. In allen Familien, welche die Ordnung der Columniferen zusammensetzen, gelingt es leicht eine lückenlose Kette von Elementen zu bilden, welche die Formen mit einfachen Staubblättern und solche mit hochzähligen Androecealgliedern verbinden. Bei den Tiliaceen würden wir in Triumfetta neglecta W. und Arn. eine pentandrische Form besitzen, Triumfetta heterophylla Lam. hat zehn Staubgefässe, ebenso manche Corchorus-Arten, andere Triumfetta-Arten haben 12—15 und mehr Staubblätter. Bei den Sterculiaceen bietet uns Büttneria eine Gattung mit 5 dithecischen Antheren, Ayenia hat 5 trithecische, Helicteres 10, Theobroma hat 10—15, Abroma bis 20 Staubblätter. Unter den Bombacaceen finden wir die Gattung Ceiba mit 5 Staubgefässen, deren Antheren einen sehr verschiedenen Bau zeigen, Quararibea hat 15 Androecealglieder.

Auch für die theoretische Betrachtung des Androeceums der Malvaceen war es von Belang, solche Pflanzen zu finden, bei welchen nur einzelne Staubgefässe sich ausgliedern. Ich habe viele Jahre lang nach diesen Gestalten gesucht, es ist mir aber nicht gelungen, unter den bekannten und beschriebenen Arten die von der erwünschten Natur zu ermitteln. Erst vor Kurzem sind sie mir in den Gattungen Sida und Malvastrum begegnet. Eine Art der ersteren aus Peru, welche mit Sida palmata Cav. verwandt ist, und die ich Sida oligandra genannt habe, sowie ein Malvastrum aus Argentinien

M. pentandrum m. zeigten mir diese Verhältnisse. Die Angabe Baillon's, dass auch Pavonia hastata Cav. durch ein 5-männiges Androeceum ausgezeichnet wäre, habe ich nicht bestätigen können. Wenn nun die polymeren Androeceen der Malvaceen durch Spaltung aus fünf einzelnen Staubblättern entstanden sind, so müsste allem Erwarten nach dieser Cyklus in der einfachsten Form aus 5 dithecischen Gliedern aufgebaut sein; ich fand aber bei beiden Pflanzen 5 epipetale monothecische Staubgefässe.

Die Thatsache, dass man vollkommene Reihen von Pflanzengattungen oder -Arten aufstellen kann, bei welchen sich Einzelstaubgefässe finden, denen sich immer mehr zugesellen, bis man hoch complizierte Consortien hat, nöthigt indess noch nicht zu dem Schlusse, dass einmal diese discreten Glieder zu einer continuierlichen Kette verbunden werden dürfen, dass sie also eine Abstammungsreihe darstellen, und dass andererseits die Überzahl durch Zergliederung der Einheit entstanden ist. Wenn sich z. B. eine Blüthe dadurch Genossen beilegt, dass zwischen ihr und dem Tragblatte freie Räume entstehen und dass auf diesem neue Primordien in absteigender Folge sich einschalten, so wird doch Niemand behaupten, dass dieselben durch Abspaltung aus dem ersten Primordium entstanden wären. Und ist nicht die Entstehung der Staubgefässprimordien von Tilia genau ebenso?

In den durch die Emporhebung des Gipfels frei werdenden Lücken zwischen den letzten Anlagen und dem Blumenblatte gliedern sich gleichfalls neue Körper aus. Das Wesen dieser multiplen Associationen erkenne ich weder in rein ideologischen noch in phylogenetischen Beziehungen, die auf Spaltungen eines einfachen Gebildes hinweisen, sondern nur in der Gestalt, Entwicklungsart und namentlich in den Dehnungserscheinungen des Neubildungen erzeugenden Pflanzenkörpers. Dort treten die neuen Organe immer auf, wo die freien Plätze geschaffen werden, es giebt dabei keine festen Gesetze, sie können in acropetaler oder basipetaler Folge erscheinen, sie können Reihen oder Spiralen oder Wirtel bilden, sie können caulomatischer, phyllomatischer, endlich trichomatischer Natur sein.

Einige Worte über die Anschlüsse der Karpiden in den aktinomorph-pentameren Blüthen der Columniferen mögen hier noch einen Platz finden. Wie die Stellung der 5 Fruchtblätter bei Tilia ihre mechanische Begründung in dem Contakte mit den Primärkalotten findet, habe ich bereits oben nachgewiesen, ebenso habe ich früher die epipetale Stellung in der Gattung Ayenia und die episepale bei Hermannia durch die herrschenden Contaktverhältnisse zu begründen unternommen. Mir schien eine Prüfung über die Karpidenanlage

bei den Malvaceen nicht ohne Wichtigkeit, da sich hier oft in derselben Gattung ein sehr bemerkenswerthes Schwanken in der Zahl der Ovarglieder zeigt. Ich habe dabei besonders die Gattung Sida im Auge gehabt. Viele Arten derselben weisen mit der grössten Constanz stets nur 5 Fruchtblätter auf, wie z. B. Sida spinosa L., S. paniculata L., S. glutinosa Cav. etc.; andere wie S. rhombifolia L., S. acuta Burm. haben ausnahmslos mehr als 5 Karpiden, dabei kann die Zahl z. B. bei S. rhombifolia L. zwischen 8 und 13 wechseln. Als ich nun die letzterwähnte Art auf die Entwicklungsgeschichte der Blüthen untersuchte, fand ich sehr leicht den Schlüssel dieser Abwandlungen. Die Androecealglieder werden nämlich ganz ähnlich angelegt, wie bei Tilia, der ganze Apparat hebt sich aber um das Blüthencentrum sehr bald cylindrisch empor und schliesst dieses, das am Grunde verharrt, ein. Wenn sich nun die Karpiden ausgliedern, so steht der Blüthenscheitel nicht mehr mit den Spitzen des Androeceums im Contakte und eine bestimmte Zahl von Fruchtblättern ist ursächlich nicht bedingt. Warum aber bald mehr bald weniger auftreten, habe ich nicht zu ermitteln vermocht, vielleicht spielt dabei der Durchmesser des Neubildungen erzeugenden Scheitels eine gewisse Rolle. Bei Sida spinosa weicht die Anlage des Androeceums nicht von derjenigen ab, die ich für jene Pflanze schilderte, das Blüthencentrum wird ebenfalls von dem Staminalapparate hoch umwallt. Ziemlich früh aber bemerkt man in dem Cylinder 5 episepale Ecken und in diese ziehen sich die Lappen, welche die erste Andeutung der Fruchtblätter darstellen, hinein, so dass die Constanz des Fruchtknotens bezüglich der Gliederzahl erklärt wird.

Diejenigen Bemerkungen, welche ich über die Mannigfaltigkeit in den Formen der Caryophyllaceenblüthen machte, gelten für die ziemlich variablen Tiliaceenblüthen ebenfalls. Die häufigsten Vorkommnisse reihen sich allerdings an den pentameren aktinomorphen Bau der Linden an; manche Gestalten scheinen aber noch weitergehende Spiralglieder zu erzeugen, wenigstens sind bei der Gattung Sloanea, z. B. bei S. alnifolia Mart., S. dentata L. u. anderen polysepale Kelche gewöhnlich; da diese aber ausschliesslich dem wärmeren Amerika angehören, ist vorläufig nur wenig Aussicht, dass diese interessanten Formen entwicklungsgeschichtlich im Blüthenaufbau erforscht werden. Von oligomeren Blüthen begegnen sehr häufig decussierte. PAYER*) hat die Ontogenese der Blüthe von Sparmannia Africana L. verfolgt. Ein Blick auf seine Zeichnungen genügt, um darzuthun, dass er und sein Zeichner FAGUET die Dehnung des Vegeta-

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 5.

tionskegels und die sich daraus ergebende Stellung des ersten Blattpaares genau gesehen und dargestellt haben. Nach demselben Forscher treten in dieser Gattung die Staubgefässe in episepalen und nicht in epipetalen Consortien auf: wiederum ein Zeugniss dafür, dass wenn der Contakt mit den vorausgehenden Organen unterbrochen ist, eine Fixierung für die Orte der Neubildungen nicht möglich ist. Die Staubgefässprimordien arrangieren sich auch nicht in zwei Reihen, sondern es entsteht zuerst ein Einzelkörper, unter diesem zwei und nun schalten sich, wie häufig bei Blüthenschaaren beobachtet wird, immer in den Lücken zwischen zwei vorausgehenden Gebilden neue Organe ein, die sich durch ein Paar randliche in jeder Querreihe noch vermehren. Die Grössen der Primordien beim ersten Auftreten scheinen von constantem Durchmesser zu sein, ihre Anreihung wird also jedenfalls durch die Relation zwischen der Breite des Raumes und dem Durchmesser der Anlagen bestimmt.

Weitere tetramere Blüthen bieten die Gattungen Corchorus und Heliocarpus, sowie Hasseltia und Plagiopteron; bei der ersterwähnten wechseln sie ab mit pentameren. Von trimeren Blüthen kenne ich nur die Gattung Prockia. Die Kelchstellung, die ich vielfach und auch an sehr jungen Knospen geprüft habe, ist die zu der gewöhnlichen Monocotylendisposition entgegengesetzte, kann also durch $\frac{1}{2}$ ausgedrückt werden. Sie muss meines Erachtens zweifellos wie bei Mollugo als eine bereits mit dem dritten Gliede abgeschlossene Phyllomreihe an einem im Querschnitte kreisförmigen oder dreiseitigen Vegetationskegel entstehen.

c. Die Blüthen der Gattung Sedum.

Das Endresultat der Untersuchung über die Natur der Lindeninflorescenz war darauf hinausgekommen, dass eine objektive Entscheidung, ob ein botrytischer Blüthenstand mit Gipfelblüthe oder ein Pleiochasium vorläge, nicht gegeben werden konnte. Um nun die Natur der Pleiochasien etwas genauer kennen zu lernen, habe ich eine Reihe von Arten der Gattung Sedum in dem Verhalten der Sprosse bezüglich ihres Abschlusses durch Inflorescenzen untersucht. Viele derselben bieten jenen Blüthenstand in typischer Form, so dass man diese Gattung gewöhnlich unter den besten Beispielen dafür aufzählt. Was die Blattstellung anlangt, so finden wir in der Gattung zwei gesonderte Formen, entweder bieten die Blätter ein spirales oder ein decussiertes System dar. Die Bedingungen dafür liegen in der nun schon sattsam bekannten Form des Vegetationskegels; bei den

Arten mit decussierten Blättern streckt er sich dem Wachsthume der Blattbasis folgend successiv in der Mediane zum Tragblatte und transversal, oder ist der Trieb ein Endspross überhaupt in zwei auf einander senkrechten Richtungen. Ist ein Spiralsystem vorhanden, so hat der Vegetationskegel kreisförmigen Querschnitt.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist nun, dass sowohl der Gipfeltrieb, wie die unteren kräftigeren Lateralstrahlen, die mit Blättern und Inflorescenzen versehen sind, durchgehends mit spiralen Systemen abschliessen, gleichgültig ob die ursprüngliche Blattstellung bereits spiralig oder decussiert war. Um die Ursachen dieser Stellungstransformation festzusetzen, habe ich hauptsächlich Sedum Maximowiczii Reg. geprüft, aber auch noch andere Arten zum Vergleiche herangezogen. Präparieren wir einen der unteren Lateralstrahlen, die später mit Blüthenständen endigen, in der Zeit frei, wo bereits die ersten decussierten Blätter angelegt sind (Taf. VII, Fig. 3), so sehen wir, dass das erste Blattpaar genau transversal zum Tragblatte gestellt ist (f^1 u. f^2). Das zweite Paar, mit f^3 u. f^4 bezeichnet, hält auch noch die Decussation streng fest; wenn wir aber das nächste Paar untersuchen (f^5 u. f^6), so bilden die Blätter in ihren Medianen nach hinten einen kleineren Winkel, als einen gestreckten. Sind wir nun im Stande, für diese Stellungsveränderung, die offenbar den Übergang zu einem von der Decussation abweichenden und der Spiralstellung sich nähernden Verhältnisse ausmacht, eine genügende Ursache aufzufinden? Ehe ich weiter auf die Untersuchung eingehe, muss ich vorausschicken, dass sich alle vorhandenen Glieder in der engsten Berührung finden; wenn in der Zeichnung die Beziehungen der einzelnen Theile etwas lockerer erscheinen, so liegt dieser minder enge Anschluss in der durch die Präparation unvermeidllch herbeigeführten Störung; würde man nämlich die Blätter in der ursprünglichen Lage belassen, so würde der Vegetationskegel überhaupt nicht gesehen werden.

Wir haben also hier einen lückenlosen Contakt vor uns und dieser lässt uns die Vermuthung hegen, dass die Stellungsveränderung durch ihn bewirkt wird. In der That hat sich auch gegen die Verhältnisse in der vegetativen Sphäre an dieser Stelle, welche im Begriffe ist, eine Inflorescenz auszugliedern, eine sehr erhebliche Umgestaltung vollzogen. Die Achselprodukte aus den Blättern f^1 und f^2 sind nämlich unverhältnissmässig gross und reichen hoch an den Vegetationskegel heran, während sie in der Laubblattregion sehr bescheiden zurücktreten, sich erst später mehr entwickeln und niemals mit dem Vegetationskegel fast gleiche Höhe gewinnen.

Auf die Lage des zweiten Blattpaares f^3 u. f^4 können nun die beiden Primordien in der Achsel von f^1 und f^2 keinen Einfluss ausüben,

weil sie, wenn auch etwas ungleich, doch den Contakt für jene nicht erheblich ändern. Das Blatt f^5 aber kann nicht wieder über f^1 fallen, wie die fortgesetzte Decussation fordern würde, und f^6 nicht über f^2, weil die Achselsprosse im Wege sind; sie stellen sich also dorthin, wo die nächsten Lücken vorhanden sind. Zwei derselben ständen ihnen zur Verfügung, entweder könnten sie zwischen f^3 und die Achselsprosse, oder zwischen f^4 und dieselben Organe treten. Ich habe sie immer in der Nachbarschaft von f^3 gefunden, wahrscheinlich sind also diese Plätze vor den gegenüber gelegenen begünstigt; an meinem Präparate sieht man auch, dass der Raum vor f^3 etwas weiter ist als der vor f^4.*)

Ich habe diese Stellungsveränderung an allen daraufhin geprüften Inflorescenzen vorgefunden; im Übrigen habe ich die fernere Ausbildung nicht verfolgt, da es für mich genügend war nachzuweisen, dass unter den durch die grossen Achselprodukte veränderten Contaktbedingungen Abweichungen von der Decussation herbeigeführt werden.

Kommt nun die Inflorescenz zu ihrem Abschlusse d. h. wird der Vegetationskegel des Hauptsprosses in eine Blüthe umgewandelt, so reihen sich deren Kelchblätter wie bei allen Gipfelblüthen an die vorausgehenden Phyllome an; die Ausbildung von Achselprodukten unterbleibt an den letzteren und das simultane Auftreten eines Blattcyklusses bedingt wieder die Stellung der Elemente in den vorhandenen Lücken zwischen den primordienlosen Organen. Die Erscheinung, dass bei den Gipfelblüthen nicht selten sogenannte Metaschematismen, d. h. regelwidrige Zahlenverhältnisse vorkommen, erklärt sich leicht, wenn man solche Blüthen in der Entwicklung betrachtet; es kommt vor und besonders bei Monotropa ist diese Beobachtung gemacht worden, dass die Zahl der angelegten sprosslosen Blätter die Normalzahl übersteigt. Sind die Blätter eng wirtelartig zusammengedrängt, so schiebt sich hin und wieder ein nicht hierher gehöriges Blatt mit ein und in den vermehrten Lücken erscheint ein sogenanntes überschüssiges Blumenblatt.

Zur Zeit, da sich die Blüthe ausbildet, sind die darunter befindlichen Lateralstrahlen aus den Blättern, an die der Kelch anschliesst, bereits in der Vollzahl vorhanden; die Vorstellung also, die man gewöhnlich mit dem Pleiochasium verbindet, trifft hier ebenso wenig, wie bei Chelidonium, zu, dass nämlich zuerst die Gipfelblüthe angelegt würde und dass dann unter ihr die Seitenstrahlen erschienen. In der weiteren Ausbildung eilt aber in dem nämlichen Masse, wie bei Chelidonium, Tilia und ähnlichen Pflanzen, die Gipfelblüthe

*) Die Figur 3 auf Taf. VI ist so gezeichnet, dass die Vorderseite von dem Beschauer abgekehrt ist.

den seitlichen voraus, so dass sie früher zur Anthese gelangt, als die übrigen der Inflorescenz.

Über die Ausbildung der Seitenstrahlen unterhalb der Gipfelblüthe möchte ich mir noch ein Wort gestatten. In vielen Fällen beobachtet man dort Doppelwickeln, Sedum Maximowiczii und das so häufig cultivierte S. roseum Stev. gewähren gute Belege dafür. Betrachtet man die Terminalblüthe derselben, die in der Gabel zwischen den beiden Borragoiden reitet, so macht man die merkwürdige Wahrnehmung, dass deren Kelchblätter nicht die Stellung der gewöhnlichen pentameren Blüthen besitzen. Sie kehrt nämlich dem Tragblatte, das durch intercalare Dehnung am Sprosse emporgehoben oder, wie man sagt, dem Sprosse angewachsen ist, nicht zwei, sondern drei Kelchblätter zu, während zwei nach der Axe hin gewendet sind. Diese Stellung ist invers normal.

Durch die Untersuchung der gehörigen jüngeren Anlagen wird die Sache leicht erklärt. Die von mir mitgetheilte Zeichnung (Taf. VII, Fig. 4) stellt den Zustand dar, in dem man die Anlage der Partialinflorescenzen sieht. In dem ursprünglich quer gestreckten, mit der langen Axe senkrecht zur Mediane des Tragblattes gestellten Primordium sind zuerst genau nach dem Gesetze zwei transversale Vorblätter α und β erschienen (Taf. VII, Fig. 3 vor f'). Vor diesen werden bald durch Furchungen, die senkrecht auf der langen Axe stehen, Achselsprossanlagen erzeugt. Indem sich die Axe der Gesammtinflorescenz sehr erheblich dehnt, jedenfalls um Raum für neue Inflorescenzprimordien zu schaffen, wächst das Primordium auf der Axenseite stärker als auf der Blattseite und nimmt im Querschnitte die Gestalt eines Paralleltrapezes an. Der Erfolg dieser Transformation muss natürlich auch in einer Verschiebung der Vorblätter α und β bestehen. Entgegen aber der bisher beobachteten Umgestaltung rücken sie hier nach vorn zusammen. Zugleich ist der Mittelkörper der drei Parzellen dreiseitig geworden. Die Basis des Dreieckes liegt hinten, die Spitze vorn und dementsprechend entstehen auch die ersten 3 Kelchblätter: eins in der kleineren Lücke auf das Tragblatt zu, zwei in der grösseren nach der Axe hin. Was die Succession anbelangt, so war ich auch an diesen Terminalblüthen, trotz emsig darauf hingerichteter Bestrebungen, nicht im Stande, Zeitintervalle aufzufinden; wenn sie überhaupt bestehen, ich will die Frage offen lassen, so müssen sie sehr kurz sein. Die letzten zwei Kelchblätter treten aber erheblich später, wenn sich das Blüthenprimordium etwas gehoben hat, wie immer in den Lücken auf den Langseiten des Dreiecks auf.

Wenn ich jetzt zur Besprechung der Entwicklung der folgenden Blüthen übergehen will, so kann ich für die Inflorescenzen, welche

ohne weiteres jeden der Lateralstrahlen in ein Borragoid ausbilden, dieselbe Figur benutzen. Betrachten wir uns das Achselprodukt aus β, so sehen wir, dass jene charakteristische Halbierung des zum Tragblatte quer gestreckten Primordiums bereits eingetreten ist, welche nach dem hinteren Vorblatte α' zu eine Blüthe und nach β' hin einen neuen conjugierten Vegetationskegel abgeschieden hat. Ob aber wirklich dieser Process hier vorliegt, ist desshalb nicht ganz sicher, weil nicht zu selten aus der Achsel des β-Vorblattes sich wieder ein Doppelborragoid entwickelt. Wenn ich nun schon aus gewissen anderen Erfahrungen für mich glaube annehmen zu dürfen, dass hier ein Blüthenprimord vorhanden ist, so will ich doch lieber von der Verwendung dieses Bildes Abstand nehmen und eine Blüthe aus der Mitte eines Borragoides betrachten.

Ich habe in Taf. VII, Fig. 5 die Anlage einer jungen Blüthe dargestellt, bei welcher die ersten drei Kelchblätter ausgebildet sind, die Lücken zwischen s^1 und s^2, sowie zwischen s^2 und s^3 sind aber noch nicht mit Sepalen ausgefüllt. Vorn ist das Tragblatt der Blüthe entfernt und auch das rechts befindliche Vorblatt α ist weggeschnitten, um die Blüthe besser sichtbar zu machen. Die Kelchblätter der vorausgehenden Blüthe fl^1 sind der spiralen Folge gemäss beziffert. Das Präparat ist Sedum spectabile Sieb. entnommen.

Die Stellung der Blüthe ist vollkommen klar. Das Kelchblatt s^1 liegt zwischen D und α, das zweite median hinten, s^3 zwischen dem geförderten Achselsprosse aus β und D, s^4 und s^5 werden die Verbindungscurve gleichmässig fortsetzen. Hieraus geht hervor, dass diese beliebige Borragoidblüthe die Kelchstellung $\frac{3}{2}$ aufweist, und was von ihr gilt, hat für alle Geltung. Vielfach habe ich diejenigen Zustände geprüft, welche den in der Zeichnung dargestellten vorausgehen. Immer habe ich dabei gefunden, dass das Primordium sich nach dem Tragblatte zu etwas lappig vergrössert. Die Vorsprünge ziehen sich zwischen dieses und die beiden Vorblätter hinein in Stellen, die offenbar in dem Systeme Orte geringeren Druckes sind. Es ist desshalb nicht unwahrscheinlich, dass die Seite nach dem Vorblatte α, welches in seiner Achsel kein Primordium erzeugt, früher das Kelchbatt hervorbringt, als eine andere. Diejenigen Verhältnisse, welche in dem, das Doppelborragoid erzeugenden Primordium die dorsale Dehnung bewirken, finden hier nicht statt; der Blüthenkörper rundet sich vielmehr sehr bald zu einer Kugelkalotte ab. Unter den ungleichen Bedingungen werden auch ungleiche Stellungen der Blüthen hervorgerufen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass bereits Wydler diese Stellungsvarianten der Blüthen an Doppelborragoiden gekannt

hat; die Disposition der Endblüthen wurde aber bisher gewöhnlich als zufällige Verschiebung, nicht als eine normale angesehen. In der That würde die Anerkennung als legitime Orientierung eine bedenkliche Nachsicht gegen die Vorstellung des typischen Schemas gewesen sein und doch liegt nicht der mindeste Zweifel vor, dass wir in vielen Pflanzenfamilien mit Doppelborragoiden, besonders aber in denen, welche die gleichen Inflorescenzen wie die Crassulaceen aufweisen, immer eine doppelte Disposition der Blüthen treffen.

Die eine ist die gewöhnliche, den meisten aktinomorph-pentameren Blüthen eigene, mit der Kelchstellung $\frac{3}{2}$, die zweite diejenige, welche durch $\frac{2}{3}$ ausgedrückt und mit dem Namen der Lobeliastellung bezeichnet wird. Jene habe ich auf die Besonderheit zurückzuführen versucht, welche aus der Abrundung des quergedehnten Achselproduktes nach vorn hervorgebracht wird; zwischen den Vorblättern entsteht hinten eine kleinere Lücke als vorn, die letztere erhält im Contakte mit dem Tragblatte 2 Blätter, die erstere wird durch ein Blatt verschlossen. Diese unternahm ich durch den umgekehrten Process, durch eine erheblichere Vergrösserung der Rückseite des Primordiums mechanisch zu begründen.

Die ungleichen Wachsthumszunahmen bringen nothgedrungen eine verschiedene Convergenz der Vorblätter zu Stande. Diese ist also keine ursprüngliche in der ersten Anlage bereits vorhandene Stellungseigenthümlichkeit, die Annäherung wird vielmehr durch secundäre Wachsthumsvorgänge aus der Transversalstellung erworben. Die Blätter liegen einander zunächst gegenüber, erst später wird ein anderer Richtungsunterschied hervorgebracht, wobei der kleinere Winkel entweder auf das Tragblatt zugekehrt (nach vorn convergierende Vorblätter) oder von ihm abgewendet sein kann (nach hinten convergierende Vorblätter).

Auf die verschiedene Convergenz der Vorblätter wurde von Braun und Schimper die Unterscheidung der Blüthen in vorn- und hintumläufige gegründet. Convergierten die beiden Begleitblätter nach hinten, so nannten jene Autoren die Blüthe hintumläufig, näherten sie sich nach dem Tragblatte zu, so war sie vornumläufig. Das letztere Verhalten war das seltenere und früher nur von Tribulus und Aizoon bekannt. Beide Morphologen setzten dabei in der Blüthe eine doppelte Umkehr des Spiralganges voraus. In der neueren Zeit hat man diese künstliche Auffassung des Sachverhaltes aufgegeben.

Viel wichtiger als die Unterscheidung von vorn- und hintenumläufigen Blüthen ist die schon bei denselben Autoren geäusserte Mei-

nung, dass die Kelchstellung durch die Convergenz nach hinten oder vorn bestimmt würde, dass also beide Erscheinungen mit einander im Zusammenhange ständen. Dem damaligen Ideengange lag dabei aber nichts ferner, als in der Beziehung eine mechanische Beeinflussung zu sehen, sie erkannten in der Wechselwirkung nur die Thatsache, dass der rein formalen Relation, wie sie durch die betreffenden Quotienten der Blattstellung gegeben war, Genüge geleistet würde.

Über die weitere Ausbildung der Crassulaceenblüthen habe ich keine neuen Erfahrungen mitzutheilen; ich habe dieselbe in meiner Arbeit über die obdiplostemonen Blüthen*) bereits genügend erörtert und weise nur darauf hin, dass sie ganz den mechanischen Bedingungen gemäss ihre Glieder bis auf die Karpiden anreihen. Die Zahl der Blüthenglieder des ersten Kreises bestimmt dabei diejenige der folgenden. Von besonderer Wichtigkeit sind die Verhältnisse an Rhodiola rosea L., welche in ihren tetrameren Blüthen insofern einen Karpidenwechsel bei ein und derselben Art aufweist, als in der weiblichen Blüthe die Fruchtblätter im Contakte mit den Blumenblättern vor den Sepalen, in den männlichen aber deren Rudimente nach einem doppelten Staminalkreise vor den Petalen stehen: eine Variation, die durch die bestehenden Contakte demnach genügend erklärt wird.

Dieselbe Convergenz der Vorblätter nach vorn habe ich nur noch in der Blüthenregion von Euphorbia gefunden. Ich zweifle nicht, dass noch weitere Beispiele bekannt sein mögen, indessen habe ich doch sichere Fälle sonst nicht mehr angetroffen, denn wie ich unten zeigen werde, verhält sich Tribulus etwas anders und auch Lobelia zeigt abweichende Verhältnisse, obschon beide Gattungen die Kelchdisposition $\frac{2}{3}$ besitzen.

Ich betrete mit dem Versuche, einige Mittheilungen über den Körper zu machen, welcher die Genitalapparate unserer Euphorbien einschliesst, einen Boden, auf dem vielleicht die lebhaftesten theoretischen Auseinandersetzungen stattgefunden haben, die in der Botanik jemals auf der Tagesordnung standen. Ist das Cyathium von Euphorbia eine Blüthe, ist es ein Blüthenstand? Das ist die Frage, welche heute noch nicht gelöst ist, über die vielmehr bis auf die Gegenwart noch Meinung gegen Meinung steht. Die beiden competentesten Forscher, die Monographen der Familie, befinden sich über diesen Punkt im Widerstreite: einer der grössten Pflanzenkenner der Gegenwart, BAILLON, vertritt mit Aufwand umfassendster Kenntnisse

*) K. SCHUMANN in PRINGSHEIM's Jahrbüchern 1889, p. 359.

und bei der sichersten Beherrschung der subtilsten Untersuchungsmethoden die Ansicht, dass das Aggregat eine einfache Blüthe sei, während die deutschen Botaniker insgesammt, und mit ihnen Müller Argoviensis, an der ursprünglich von Rob. Brown aufgestellten Ansicht festhalten, dass es ein Blüthenstand sei. Der ganze Charakter der Frage wird durch den Umstand am besten illustriert, dass viele Thatsachen von beiden Seiten zur Stütze ihrer Ansichten ins Feld geführt werden. Nicht blos der Vergleich mit Verwandten muss dazu dienen, jede der beiden Meinungen zu bekräftigen, sondern auch die Entwicklungsgeschichte ist von Payer und Baillon zu Gunsten ihrer, von Warming als für die Brown'sche Ansicht sprechend interpretiert worden. Aus der Thatsache, dass allein die Anerkennung oder Aberkennung der Bedeutung und des Werthes eines Merkmales von ausschlaggebender Wichtigkeit ist, geht hervor, dass nur die Wahl der Analogieen die Entscheidung für die einen oder die anderen Thesen bedingt. Man wird demgemäss von mir keinen Beitrag zur Austragung des Streites und zur objektiven Lösung der Frage erwarten. In der Anlage des ersten Cyklusses und in seinem Anschlusse an die vorausgehenden Blätter verhält sich das Euphorbia-Cyathium wie eine Blüthe, Grund genug für mich, den Körper zu untersuchen. Ob er eine Blüthe ist, oder ein Blüthenstand, hat für meine gegenwärtigen Auseinandersetzungen ein minderes Interesse.

Wir besitzen über die Entwicklung des Körpers, wie erwähnt, zwei sehr gute Arbeiten, die ältere von Payer*) und die neuere, mit unendlicher Sorgfalt und Subtilität ausgeführte von Warming.**) Ich selbst habe sowohl die prostraten Formen, z. B. E. humifusa W. und peplis L., welche zur Section Anisophyllum, als aufrechte wie E. palustris L. und chamaecyparissias L., die zu Tithymalus gehören, untersucht und beide vollkommen gleich bezüglich des Blüthenaufbaues gefunden. Die Euphorbia palustris hat diejenigen Präparate geliefert, welche ich in den Figuren wiedergegeben habe.

Die Pflanze ist durch ihren ausserordentlichen Blattreichthum ausgezeichnet, in der Achsel der Phyllome, die mit mathematischer Genauigkeit spiral am Vegetationskegel ausgegliedert werden, entstehen sehr früh Primordien von Seitenstrahlen, die wieder zeitig zwei transversal gestellte Blätter aus dem quergedehnten Körper hervortreiben. Ich hielt diese Pflanze für besonders geeignet, das von mir bei den Monocotylen entwickelte Gesetz der Blattfolgen an Seitenstrahlen zu prüfen, und fand dasselbe in der ersten Anlage ebenfalls bestätigt.

*) Payer Organogénie de la fleur t. 107.

**) Warming Forgreningsforhold 106. t. IX—XI.

Von den beiden Primärblättern fiel das erste, das häufig allein zu sehen war, nach der Seite des höheren, aber der Mediane näher inserierten Oberblattes, das andere auf das tiefere, aber weiter abstehende hin. Die Ziffern der Oberblätter in Bezug auf das Tragblatt, welches zur Untersuchung stand, waren solche, welche voraussetzen liessen, dass der Gang der Blattanreihungscurve mit dem Spiralgange der Hauptaxenblätter antidrom sein müsste. Als ich aber die Wendung an den Seitenaxen verfolgte, fand ich, dass dieselbe Homodrie aufwies. Wie war nun diese Anomalie zu erklären? Als ich die Blattfolgen an den Seitenstrahlen genau festsetzte, sah ich, dass die Anreihung an die beiden Primärblätter nicht den gewöhnlichen Gang einhielt. Bei den allermeisten Pflanzen liegt nämlich das dritte Blatt schief gegen das Tragblatt vorn auf das erste Primärblatt zu gewendet. Die Verbindungscurve verläuft also vom ersten Blatte dorsal um das Primordium nach dem zweiten, und geht vorn über die Mediane des Tragblattes hinweg zu dem dritten Blatte. Bei Euphorbia palustris aber liegt das dritte Blatt hinten schief bei der Axe, dem ersten Primärblatte genähert. Daraus geht hervor, dass die Verbindungscurve in der Weise verfolgt werden muss, dass man von dem ersten Primärblatte vorn an der Mediane vorbei zu dem zweiten gelangt, und von dort hinten um das Primord herum nach dem dritten Blatte vorschreitet. Sind nun die 2 Primärblätter gemäss dem von mir festgestellten Contakte in beiden Fällen in gleicher Weise erzeugt worden, so muss bei der entgegengesetzten Lage des dritten Blattes die Verbindungscurve bei Euphorbia palustris auch den Weg innehalten, der dem gewöhnlichen Gange entgegengesetzt ist, d. h. bei dem gleichen Arrangement der Oberblätter zu dem Unterblatte werden wir bei den Liliaceen und den übrigen Monocotylen, aber auch bei den allermeisten Dicotylen eine antidrome Blattstellung finden, wenn Euphorbia eine homodrome Anreihung bietet. Anstatt, dass also von dem Gesetze eine Abweichung vorliegt, wird es durch die verschiedene Stellung des dritten Blattes bekräftigt. Ich habe die regelmässige Wiederholung der gleichsinnigen Blattfolge oft an mehr als 20 Seitenstrahlen eines Stengels gleichmässig angetroffen. Störungen treten erst ein, wenn durch die Entwicklung von Inflorescenzen an Stelle der vegetativen Axen solche Abweichungen hervorgebracht werden, auf die ich schon oben aufmerksam gemacht habe.

Die Untersuchung der Blüthenentwicklung von Euphorbia erfordert bereits eine ziemliche Geschicklichkeit in der Behandlung der Objekte; die Schwierigkeit liegt nicht in einer ausserordentlichen Kleinheit der Körper, denn bei Euphorbia palustris misst das Primordium der Blüthe 0,2 mm, und diese Grösse ist durchaus nicht ungewöhnlich

klein.*) Viel erheblicher fällt vielmehr die geringe Übersichtlichkeit der Ausgliederungen an dem Primordium ins Gewicht; man hat Mühe, dem Körper die Stellung zu geben, welche für die Beobachtung nothwendig ist. Nur nach und nach kann man dann durch Combinationen der verschiedenen Bilder diejenige Einsicht gewinnen, welche die zahlreichen Höcker einer Scheitelansicht in ein klares und richtiges Verhältniss zu einander setzt. Da ich nun weder von der Meinung ausging, dass ich die Inflorescenznatur nachzuweisen hätte, noch von dem Gedanken eingenommen war, ich hätte eine Blüthe vor mir, so war es mir gleichgültig, ob ich diese oder jene Stellung der Organe wahrnahm. Ich habe mich also ganz geflissentlich jeder theoretischen Beeinflussung zu entziehen bemüht, und glaube vorbereitet genug gewesen zu sein, um ganz objektiv zu beobachten.

An Euphorbia palustris kann man im Anfange des Monats Mai alle Zustände in der Entwicklung der Blüthen auffinden; wollte man aber die Entstehung der Gipfelinflorescenz, ein heute noch nicht genau erforschtes Problem, verfolgen, so müsste man bereits im April die Ausbildung des Sprosses sorglich controllieren.

In der Achsel eines der Vorblätter einer weiter entwickelten Blüthe sieht man einen von vorn nach hinten zusammengedrückten Vegetationskegel auftreten, an dessen Enden in der langen Axe zwei Blätter (Taf. VII, Fig. 6) succedan auftreten, die also, wie gewöhnlich, transversale Lage zum eigenen Tragblatte besitzen. Der Körper dieses Primordiums fängt nun an sich abzurunden. Ehe er aber vollkommen kreisrunden Umfang erhält, erscheint zunächst ein dorsales Blatt (Taf. VII, Fig. 7 s^1), dem schnell ein zweites vorderes folgt. Sie liegen einander ungefähr gegenüber, und zwar berühren sie ein und dasselbe Vorblatt, vorn aber und hinten bleibt eine Lücke. Die dorsale vergrössert sich nun mehr und mehr, während die an der Vorderseite sich verkleinert (Taf. VII, Fig. 8). Die Veränderung der Öffnungswinkel zwischen den beiden Vorblättern vollzieht sich dadurch, dass das Primordium sich nun energischer zu einem Körper mit kreisförmigem Umrisse transformiert. Die Wachsthumszunahme tritt dabei hauptsächlich auf der vom Tragblatte abgewendeten Seite ein, und dies ist die Ursache, dass die Vorblätter schliesslich nach vorn convergieren.

Dieser Convergenz entsprechend stellt sich nun das dritte Blatt hinten bei dem zweiten Vorblatte ein (Taf. VII, Fig. 9 s^3). Man wird sich nicht an der Richtigkeit meiner Beschreibung dadurch irre machen

*) Die prostraten Euphorbien empfehle ich, weil die Primordien mindestens um die Hälfte kleiner sind, nicht für den Anfang; Euphorbia lathyris L. wird sich aber höchst wahrscheinlich noch tauglicher als E. palustris erweisen.

lassen, dass in Fig. 8 die Stelle, welche für die Aufnahme von s^3 vorbereitet wird, rechts liegt, während dasselbe Blatt in Fig. 9 links aufgetreten ist. Beide Blüthen sind aus zwei verschieden orientierten Vorblättern genommen, und desswegen ist die jüngere links-, die ältere rechtswendig. Nach ihnen erscheinen in den Lücken dazwischen, ohne dass ich einen Zeitunterschied festsetzen konnte, die beiden letzten Sepalen.

Man sieht an der Schiefstellung von s^2 gegen die Mediane des Tragblattes, dass die Disposition des Kelches*) in der fertigen Blüthe nicht genau derjenigen entsprechen wird, welche gewöhnlich an aktinomorph-pentameren Blüthen beobachtet wird. Schon Warming hat auf diese Eigenthümlichkeit von Euphorbia aufmerksam gemacht, und die Morphologen haben in ihr eine besondere Stütze für die Auffassung gefunden, dass der Complex einen Blüthenstand darstelle. Ich kann indess nicht sagen, dass mich das Argument sonderlich befriedigt, da es doch nicht bekannt ist, dass spiral angelegte Inflorescenzen eine Abweichung von der dorsal medianen Lage des 4. Blattes mit seinem Achselprodukte regelmässig aufweisen.

Die nun folgenden Veränderungen sind äusserst schwierig festzustellen. Payer und Baillon meinten, dass die Staminalanlagen nach der Ausgliederung des Kelches simultan auftreten. Warming dagegen und Pedersen behaupteten, dass »die Anlagen von Hüllblatt und superponiertem Staminalprimordium gleichzeitig nach $^2/_5$ vorschreitend sich ausbildeten«. Die erste Art der Entwicklung würde selbstredend für die Blüthennatur, die letztere für die Inflorescenznatur recht passend sein. Wenn solche ausserordentlich geübte Beobachter in einem nicht vereinbaren Widerspruche über die Wahrnehmungen stehen, die sie gemacht haben, so kann man schon von vornherein voraussetzen, dass die Entscheidung sehr schwierig ist. Ich habe wohl mehr als hundert Blüthchen von Euphorbia palustris in dem kritischen Stadium geprüft und viele gezeichnet; ich habe bald diese Ansicht gehabt, bald jene, oder von beiden abweichende, und alle wieder verworfen. Schliesslich kam ich aber doch zu der Überzeugung, dass wahrscheinlich sowohl Warming wie Payer die richtige Anlagefolge entgangen ist.

Nachdem die drei ersten Kelchblätter erschienen sind, hebt sich nämlich der nun zu kreisförmigem Umrisse transformierte Vegetations-

*) Ich werde im Folgenden eine Nomenclatur wählen, die der Annahme, dass das Cyathium eine Blüthe sei, conform ist; will aber durch die Verwendung mich nicht dafür engagieren, dass die Vorstellung richtig sei; mir ist dieselbe nur bequemer als die nothwendiger Weise schleppende Bezeichnung, welche daraus erwachsen muss, dass ich mich beiden Theorieen gegenüber parteilos verhalte.

kegel sehr stark in die Höhe, und erzeugt oberhalb derselben in der Form sehr flacher Säume die beiden letzten Sepalen. Diese fallen also fast genau vor die Vorblätter. Hier sah ich nun in allerdings nur ganz vereinzelten, glücklichen Präparaten zwei sehr flache Kugelkalotten auftreten, denen die übrigen drei vor den andern Kelchblättern ausserordentlich schnell folgen müssen, da ich fast immer nur alle 5 bereits vorhanden sah, oder noch gar keine. Mir war diese Thatsache so befremdlich, dass ich während der Untersuchung zuvörderst gar kein Gewicht auf sie legte, da ich diesen Modus der Anlage für eine Täuschung hielt. Erst später durch die bei Stellaria media betonte Erfahrung und durch die noch zu erörternden Wahrnehmungen an Polygonum kam ich doch zu dem Gedanken, dass sich die Ausbildung wohl in der bemerkten Art vollziehen könne.

Wenn hier die gleichen Verhältnisse wie bei Stellaria media vorliegen, wenn also die ersten Kalotten vor s^4 und s^5 erscheinen, so wird durch den Contakt mit ihnen auch die episepale Ausgliederung der übrigen vor den Kelchblättern, und zwar in absteigender Reihe, bedingt. Diese Anlagefolge erklärt auch höchst wahrscheinlich die Thatsache, dass ein mit den Sepalen alternierender Blattcyklus vermisst wird. Er könnte nur dann in Erscheinung treten, wenn auf dem Blüthenboden Dehnungsvorgänge einen Platz für derartige Elemente bilden würden.

Ich hatte mich ausserordentlich bemüht, die Entstehung der 3 Karpiden auf gewisse Dehnungserscheinungen in der Form, wie ich sie bei den Caryophyllaceen beschrieben habe, zurückzuführen, indessen ohne Erfolg. Die gewissenhaft ausgeführten Messungen brachten mir kein Resultat. Erst nachdem ich die oben erwähnte Beobachtung der früheren Entstehung der Staminalanlagen vor s^4 und s^5 gemacht hatte, lichtete sich das Dunkel ein wenig, welches über der Karpidenanlage ausgebreitet war. In Taf. VII, Fig. 10 habe ich das Contaktbild für die Entstehung der 3 simultan auftretenden Fruchtblätter wiedergegeben. An ihm bemerken wir die bei Stellaria media bereits geschilderten Bedingungen. Die Blätter fallen auf das Deutlichste so, dass von den bereits sämmtlich in der Doppelzahl vorhandenen Staminalgliedern die mit 3, 4 und 5 bezeichneten als Contaktkörper fungieren. Diese Thatsache ist, da sie an allen Blüthen sich wiederholt, eine wesentliche Stütze für die Richtigkeit meiner Beobachtung über die Anlage der Staubblätter.

Was die zweihörnigen oder auch anders gestalteten Zwischengebilde, welche an der entwickelten Blüthe beobachtet werden, anbetrifft, so haben Linné und auch noch neuere Botaniker dieselben für Blumenblätter angesehen, Röper betrachtete sie als commissurale

Neubildungen der benachbarten Blätter, gegenwärtig erkennt man in ihnen drüsige Anhänge. Sie entstehen erst relativ spät, nachdem bereits der Zusammenschluss der Kelchblätter zu einem Becher stattgefunden hat, und erheben sich aus den Buchten zwischen ihnen als stumpfe Läppchen. Die Annahme, dass sie Blumenblätter seien, entbehrt desshalb wohl der Begründung; sie aber als Commissuralgebilde von stipularer Natur zu betrachten, widerstrebt mir aus doppelter Hinsicht. Einmal wäre die Continuität der Metamorphose, die freilich oft genug ausser Acht gelassen wird, vollkommen unterbrochen, da diese Arten von Euphorbia nicht die geringste Spur von Stipeln aufweisen; die Untergattung Anisophyllum allein ist an ihren Blättern damit versehen. Theoretisch müssten sich also schon Bedenken gegen die Annahme aufthun. Dann aber halte ich die Hypothese von den commissuralen Einschaltungen nur für ein Abfinden mit nicht besser erklärbaren Thatsachen. Ich stimme Warming vollkommen bei, dass in ihnen Anhänge ohne morphologische Äquivalenz vorliegen, denen nur eine physiologische Bedeutung zukommt.

Wir sind nach diesen Erfahrungen zu der Beantwortung der Frage gezwungen, verhält sich die Entwicklungsgeschichte des Euphorbia-cyathiums wie die einer Blüthe oder eines Blüthenstandes? Die Antwort kann nicht anders gegeben werden, als dass die Entwicklung vollkommen der einer Blüthe gleicht. Ich kenne keinen Blüthenstand, mit dem sie nur im mindesten in Übereinstimmung gesetzt werden könnte. Die sicher vorhandene Abweichung in der Kelchstellung ist ohne Belang, da solche Dispositionen, wenigstens nach dem Studium entwickelter Knospen, auch sonst vorkommen; überdiess vermag ich nicht einzusehen, warum in der Abweichung ein besonderes Moment zu Gunsten der Inflorescenznatur vorliegen sollte. Das Auftreten von Bereicherungen des ersten Staubgefässes ist eine sehr allgemeine Erscheinung bei hochpolyandrischen Blüthen. Wickelartige Verkettungen kann ich darin nicht erblicken, da ihre Entstehung der von Sprossschaaren entspricht, mit denen sich der fortgesetzt dehnende Mittelkörper der Blüthe beladet, sobald freie Räume entstehen. Andererseits verkenne ich aber durchaus nicht, dass die comparative Methode eine Menge auch von mir gewürdigter Momente vorbringen kann, welche darauf hindeuten, dass die Auffassung von der pleiochasischen Natur des Cyathiums beachtenswerth bleibt.

d. Die Blüthen von Tribulus terrestris L.

Ich schliesse diese Form an die Gattung Euphorbia desswegen an, weil bei ihr die gleiche Disposition der Kelchblätter vorhanden

sein soll. Um den Bau der Blüthe genau zu ergründen, ist es nothwendig, die Entwicklung der ganzen floralen Sphäre des Sprosses ins Auge zu fassen. Nach den voll entwickelten Zuständen ist die Lösung der Frage über die Sprossfolgen von WYDLER*) mitgetheilt worden. EICHLER**) hat dann diese Beobachtungen in knapper und conciser Form seiner Behandlung der Zygophyllaceen in den Blüthendiagrammen zu Grunde gelegt.

WYDLER zufolge ist der Spross in seinem basalen, nicht blühenden Theile monopodial mit abwechselnden Blättern; sobald die Blüthen erscheinen, wird er sympodial. Die relative Hauptaxe schliesst mit einer Blüthe ab, unter ihr befinden sich 2 Blätter von laubiger Ausbildung: das eine grösser, das andere kleiner. Das erstere, aus dem Kelchanschlusse als das α-Blatt ermittelt, trägt in seiner Achsel den geförderten Spross, welcher das nächste Merithallium für den Aufbau des Sympodiums liefert. Beide Vorblätter convergieren auf das relative Tragblatt der Blüthe zu. Dieser Umstand bedingt die inverse Lage der Kelchblätter nach jener formal theoretischen Forderung, die schon BRAUN-SCHIMPER für Aizoon aufgestellt hatten. Später machen die laubigen Blätter eigenthümliche Drehungen, die bewirken, dass sie an dem prostraten Sprosse horizontal auf dem Boden liegend eine zweizeilige Stellung annehmen.

Der Verfolg der Entwicklung dieser immerhin merkwürdigen Pflanze, die wegen der Förderung der Produkte aus dem α-Vorblatte sich vor ähnlichen auszeichnet, hat mit vielen Unbequemlichkeiten zu kämpfen. Der Sprossscheitel wird von einer grossen Zahl Blätter, die mit Stipeln versehen sind, dicht umgeben. Ein starker Wollüberzug der jüngeren Theile macht die Herstellung von guten Präparaten zu keinem leichten Geschäfte. Fasst man zunächst die Frage nach der behaupteten phylloskopen Convergenz der Vorblätter ins Auge, so lässt das Studium der jüngsten Blattpaare nichts davon sehen. Legt man sich sorgsam die letzten 2—3 Sympodien auseinander, so sieht man, dass die Blattpaare α und β an jedem Knoten der Divergenz nach von einem gestreckten Winkel nicht abweichen, wohl aber kreuzen sich die Ebenen durch die successiven Paare unter c. 50°. Jede Mediane durch das Blatt, vor dem die Knospe einer Blüthe steht, schneidet dabei die folgende Knospe, so dass sich in jeder zwei Linien unter c. 50° treffen. Dieses Verhältniss trifft aber nur für einen mir bekannten Blüthenstand, nämlich für die Wickel zu, und zwar die von der Modification, welche das Borragoid darstellt.

*) WYDLER in Flora 1851, p. 360 und 643 und in Berner Mittheilungen 1871, p. 88 (das letztere Citat nach EICHLER).

**) EICHLER Blüthendiagramme II. 312.

Als ich nun die Vorgänge betrachtete, welche sich am Vegetationskegel abspielten, fand ich, dass meine Vermuthung, in dem ganzen Aufbau dürfte der erwähnte Modus vorliegen, gerechtfertigt war. Der Vegetationskegel erfährt nämlich, nachdem er sich zu einer Ellipse gedehnt hat, durch eine senkrecht zu der langen Axe verlaufende Furche eine Theilung in ein Blüthenprimordium (Taf. VII, Fig. 11 *fl*, vergl. auch Fig. 13 *fl*[1] und *v*) und einen conjugierten neuen Vegetationskegel *v*. Ehe sich aber die Theilung vollzieht, wird regelmässig transversal zum letzten Tragblatte ein neues Phyllom *α* erzeugt, welches einerseits als Vorblatt der abzutrennenden Blüthe und andererseits als Tragblatt des conjugierten Vegetationskegels anzusehen ist. Dieser selbst ist also ein Achselprodukt des Blattes. Ich hebe hier ausdrücklich hervor, dass in der Zeit, wo die Anlage des Blüthenprimordiums geschieht, ein zweites Vorblatt desselben vermisst wird. Die Ursache dafür liegt darin, dass die Blüthenanlage mit der vorhergehenden Blüthenknospe, obschon dieselbe jene weit überragt, doch an der Basis auf das engste verschmolzen ist, dass also ein Platz für das Blatt fehlt. Wir sind nun allgemein der Ansicht, dass bei den echten Borragoiden mit einem Vorblatte, und die vorliegende Sprossfolge erweist sich in allen Details als solches, das Blatt als das zweite, als *β*-Blatt angesehen wird, und würden zweifellos auch bei Tribulus das Tragblatt des neuen Merithalliums mit diesem Buchstaben versehen, wenn es am entwickelten Sprosse allein anwesend wäre. Wydler hat es aber aus später noch eingehender zu erörternden Rücksichten für das erste Vorblatt genommen.

Ehe ich nun zu ermitteln versuche, wann und wo die andere Bracteole zum Vorscheine kommt, will ich die Kelchanlage besprechen. Mit der Dehnung, die im Vegetationskegel stattfindet, um die Vorbereitung zur Abspaltung einer folgenden Blüthe einzuleiten, streckt sich das letzte Blüthenprimordium gleichsinnig, so dass beide Körper in der zur Berührungsfläche parallelen Dimension immer die gleiche Grösse bieten. Die darauf senkrechte Ausdehnung beider Körper (der Blüthe und der des Primords *fl* sammt seinem conjugierten Vegetationskegel) hat dann wieder ungefähr dasselbe Mass wie der Durchmesser der voraufgehenden Blüthenknospe, so dass offenbar die auf einander folgenden Organe in ihrer Grösse von den voraufgehenden bestimmt werden, eine Beobachtung, die uns schon bei Sherardia arvensis begegnete.

Ehe die nächste Furchung in dem neuen Vegetationskegel gesehen wird, erscheinen an dem Blüthenprimordium zwei Blätter (Taf. VII, Fig. 12 *fl*), und zwar der Gestalt des ellipsoiden Primords ungefähr entsprechend in den Enden der langen Axe desselben. Sie

liegen in der Nähe der Berührungszone mit dem Vegetationskegel. Hätten beide Körper die gleiche Höhe, so wäre eine Entstehung an dieser Stelle unmöglich. Bringt man aber die Präparate in die geeignete Lage, so dass man über den Scheitel des Vegetationskegels hinweg den Blüthenkörper von der Seite betrachtet, so erkennt man, dass der Contakt mit ihm gelöst ist; indem das Blüthenprimordium den Vegetationskegel hoch überragt, steht dieser einer doppelten Blattanlage an jenem nicht mehr im Wege.

Der im Querschnitte ellipsoidische Vegetationskegel der Blüthe *fl* (Taf. VII, Fig. 13) erfährt jetzt eine Formveränderung dadurch, dass er sich in der Richtung streckt, die von α^1, seinem Vorblatte, abgewendet ist. Durch diese Wachsthumszunahme wird derselbe zunächst gerundet dreiseitig, wobei die Basis dorsal zum Tragblatte der Blüthe gelegen ist. Die Umformung ist übereinstimmend mit derjenigen, welche gewöhnlich an aktinomorph-pentameren Blüthen beobachtet wird, und erzeugt jene zwei Lücken mit ungleichen Öffnungswinkeln; die grössere liegt auf der rechten, die kleinere auf der linken Seite der Blüthe. Ich fand in vielen Fällen, dass von den drei Blättern, welche den Verschluss der Lücken bewirken werden, das nach hinten gekehrte rechte früher auftrat, wie das auf vorn zu gewendete und als das links sich einstellende.

Ich habe in dem Erscheinen der ersten beiden Kelchblätter kein Zeitintervall festsetzen können, niemals sah ich nur eins derselben auftreten. Demgemäss ist der exakten Beobachtung zu Folge keins bestimmt als s^1 zu bezeichnen. Da aber s^3 in der Nachbarschaft von dem axoskopen sich einstellt, so mag man zur Construction der Verbindungscurve dieses als das erste immerhin betrachten. Es übergreift bei der wenn auch geringen, so doch deutlich imbricaten Deckung selbstredend s^3, und so wird die Auffassung der quincuncialen Blattfolge gerecht. Würde ich das phylloskope des ersten Paares mit s^1 belegen, so wäre eine quincunciale Blattfolge natürlich nicht construierbar.

Jetzt erst, nachdem die Blüthe bereits fertig ihren Kelch besitzt, habe ich an ihr die Entwicklung des zweiten Vorblattes bemerkt, ob es aber doch schon früher vorhanden war und sich nur der Beobachtung entzog, wage ich nicht auszumachen. Ich möchte darauf hinweisen, dass die Entstehungsfolge der Vorblätter überhaupt einer erneuten Untersuchung gar sehr bedürftig ist. Ich habe nämlich bei Ranunculus und auch bei Sedum und anderen Pflanzen die Erfahrung gemacht, dass das Primordium aus der Blattachsel im ersten Stadium sehr oft keinen horizontalen, sondern einen schiefen Scheitel hat. Der vermehrten Wachsthumszunahme auf der phylloskopen Seite

zum Tragblatte der vorausgehenden Axe gemäss entsteht zuweilen ganz sicher das Blatt, welches gemeiniglich als β, also als zweites höheres bezeichnet wird, früher als das an dem axoskop abfallenden Theile des Primordiums.

Trotzdem dass nun das zweite Vorblatt später erscheint, sitzt es doch tiefer, es liegt unter dem Insertionsniveau von der zuerst auftretenden Bracteole, und bleibt auch, da die horizontale Lage des Scheitels durch Dehnung oberhalb des Ansatzes von α erlangt wird, unter ihm. Mangels an Zeit, und um mich nicht von meinem engeren Beobachtungsfelde ablenken zu lassen, habe ich die Sache nicht weiter verfolgt, empfehle sie aber nochmals dringend der Berücksichtigung, weil vielleicht auf diesem Wege die Erscheinung, dass meist bei dichasialen Systemen der Spross aus β, zuweilen aber auch aus α gefördert wird, verständlich gemacht werden kann.

Wie dem nun auch sein mag, ob das kleinere Blatt früher erscheint, oder erst nach der Kelchanlage auftritt, was mir wahrscheinlich ist, immer sitzt es tiefer als das Vorblatt, welches die Fortsetzung des Sympodiums in der Achsel trägt. Demgemäss muss das Blatt, welches in den Figuren mit α bezeichnet worden ist, β genannt werden. Bei den entwickelten Sprossen ist diese Thatsache nur auf Längsschnitten durch den Knoten zu entscheiden. Desshalb ist Wydler nicht darüber klar geworden, welches der beiden laubigen Blätter, die eine Blüthe begleiten, das untere, welches das obere ist. Indem er sich dafür entschied, dass der Spross, welcher die Fortsetzung des Systemes in der Achsel trägt, als α zu bezeichnen sei, machte er einen Fehlgriff. Dieses steht höher und muss als β-Blatt angesehen werden. Bei Tribulus herrscht also von dem häufigeren Vorkommen, dass das β-Blatt die Fortsetzung des Sprossaufbaues übernimmt, keine Abweichung.

Massgebend war für ihn und für Eichler bei der Festsetzung der Entscheidung, was α, was β sei, der Kelchanschluss der Blüthe. Nur durch die von ihnen getroffene Wahl wurde nämlich unter Voraussetzung phylloskoper Convergenz der Vorblätter wieder der theoretische Anschluss des ersten Kelchblattes an β erzielt, und nur auf diese Weise entstand die Form der Blüthe, welche vornumläufig genannt wird. Da nun aber weder die erste, noch die letzte Annahme zutreffend ist, so wird die ganze Anschlusstheorie hinfällig; sie ist rein formal construiert und durch die Beobachtung des wirklichen Aufbaues nicht begründet.

Überhaupt ist es ein Fehlgriff, die Sprossfolge von Tribulus terrestris für rein dichasial zu halten, sie gehört vielmehr in den

Typus des Borragoids. Nach den Untersuchungen*), welche ich über diesen Blüthenstand gemacht habe, wäre nun sicher zu erwarten, dass die Blüthe durch den Spross aus β nach der Achsel von α herüber gedrückt würde, ein Vorgang, der sich regelmässig vollzieht, sobald wie hier die intercalaren Streckungen die Blüthe vom Tragblatte entfernen und mit den beiden Vorblättern consociieren. In den meisten Sprossen von Tribulus ist dies nicht der Fall, die Blüthe sitzt vielmehr extraaxillär zwischen den vorderen Stipeln beider Begleitblätter ein wenig auf α zugerückt. Die Ursache dieser Stellung, welche allerdings den Schein hervorruft, als ob der Bau dichasial wäre, liegt darin, dass bald nach der Erscheinung von α in der Achsel dieses Blattes ebenfalls ein Spross, und zwar ein vegetativer, auftritt, der ähnlich wirkt, wie der Achselspross aus β. Er drängt die Blüthe aus ihrer Stellung von α hinweg und bringt die beobachtete Disposition hervor. Nur dann, wenn die Achselknospe sich nicht entwickelt, findet man die Blüthe an dem zu erwartenden Orte. Der ausgebildete Spross zeigt also in der That das von Wydler beschriebene Verhältniss, er täuscht die Form eines Dichasiums vor; ist aber in Wirklichkeit nur ein Monochasium, eine Wickel, weil das Achselprodukt erst eine secundäre Excrescenz ist, die auftritt, nachdem schon zwei und mehr neue Anlagen von successiven Axengliedern sich entwickelt haben.

Die auch am oberen Theil des Sprosses bereits bemerkbare Kreuzung der Blattpaare unter 50° hat ihre Ursache in derselben Erscheinung, welche bei dem Borragoid die spätere parallele Stellung der ursprünglich unter 90° gekreuzten Begleitblätter bedingt. Sie liegt in dem Auseinandertreiben derselben durch den fortwachsenden Gipfel und die Vergrösserung der jeweiligen Terminalblüthen. Da sich indess schon sehr früh vergrösserte Merithallien einschieben, so wird eine vollkommene Parallelität nicht erzielt. Wenn man später die Blätter in einer Zeile dem Boden angepresst findet, so ist diese Lage durch eine abwechselnd von rechts nach links und umgekehrt pendelnde Drehung der Merithallien erlangt worden, die schon Eichler genau beschrieben hat.

Es wird sich die Frage aufdrängen, ob dieses eigenthümliche Verhältniss der Kelchstellung, das sich in die alten Schemata nicht einfügt, nur der Gattung Tribulus zukommt, oder ob es nicht noch andere Pflanzen zeigen. Meine Beobachtungen hierüber sind leider nur fragmentarisch geblieben, ich will aber doch darauf hinweisen, dass es wahrscheinlich auch bei anderen Kräutern mit prostratem

*) K. Schumann in Berichten der deutschen botan. Gesellschaft 1889, p. 60.

Habitus gefunden wird. Namentlich wäre Aizoon zu untersuchen, bei dem BRAUN zum ersten Male auf die inverse Kelchstellung und die Vornumläufigkeit der Blüthe hinwies. Aber auch bei Alternanthera und Telanthera, zwei Amarantaceen, beobachtete ich an den entsprechenden Körpern ähnliche Relationen. Diese zeigten freilich an den bezüglichen Stellen keine Blüthen, sondern kopfige Blüthenstände, deren erste Elemente aber eine der Kelchstellung analoge Anordnung aufwiesen. Ein neuer Beweis dafür, dass es durchaus nicht darauf ankommt, was an einem bestimmten Platze entwickelt wird, und welcher Natur die Neubildungen sind: die Anordnung der Glieder wird stets von demselben Gesetze beherrscht; auch bei Gomphrena procumbens sah ich das dritte Blatt nach rückwärts fallen. Die aufrechte Gomphrena Haageana hingegen wies nach einem decussierten Paare das dritte Blatt phylloskop schief zu dem ersten seitlichen Blatte auf. Ob nun hier der niederliegende Wuchs von Bedeutung wird, und wie weit die Regelmässigkeit verfolgt werden kann, müssen spätere Untersuchungen darthun.

e. Die Blüthen der Borraginaceen und Solanaceen.

Derjenige Blüthenstand, welcher in der zuerst genannten Familie ausschliesslich in der zweiten häufig gefunden wird, hat bereits bei einigen anderen Gruppen Veranlassung zur Besprechung gegeben. Als ich über den Aufbau der Inflorescenz und der Blüthen der Commelynaceen berichtete, musste ich auf ihn eingehen und auch bei der Behandlung der Polychasien von Tilia und Sedum, sowie des eigenthümlichen Blüthenstandes von Tribulus war ich genöthigt, mich mit ihm zu beschäftigen. Er stellt ein verarmtes Dichasium in einer eigenthümlichen Entwicklungsform und mit einem besonderen Aussehen dar; ich habe ihn wegen des Vorkommens bei den Borraginaceen mit dem Namen Borragoid belegt.

Die von mir*) bei der Untersuchung der Inflorescenz erhaltenen Resultate boten in den Hauptzügen nichts wesentlich neues, sie bestätigten allein die Beobachtungen, welche schon WARMING über sie bekannt gemacht hatte. Ich würde mich also an diesem Orte sehr kurz fassen können, indem ich auf die bereits veröffentlichten Ergebnisse hinwiese.

Wenn ich nun doch im Folgenden die Frage etwas eingehender behandeln werde, so geschieht dies aus dem Grunde, weil die Richtigkeit meiner Angaben angefochten worden ist. In einer Besprechung

*) K. SCHUMANN in Berichten der deutsch. botanischen Gesellschaft 1889, p. 53.

meiner Arbeit hat GOEBEL*) mir entgegengehalten, dass ich, wie die früheren Untersucher, abermals nur Oberflächenbilder betrachtet und zur Darstellung gebracht hätte und dass nur durch das Studium der Unterseite der Inflorescenz die richtige Einsicht gewonnen werden könnte. Er hielt dann an seiner früheren Behauptung fest, dass das Borragoid eine dorsiventrale Traube sei.

Ich will zunächst vorausschicken, dass die vorliegende Arbeit in der Zeit, als ich meine Untersuchungen über das Borragoid veröffentlichte, nahezu vollkommen abgeschlossen war. Da mich aber die Frage über den Aufbau derselben schon lange beschäftigt hatte, sie war gewissermassen der Anstoss für die ganze vorliegende Untersuchung gewesen, und da ich ehedem die Absicht hatte, die Arbeit in kleineren Abschnitten zu veröffentlichen, so sollte diese Studie den Anfang einer Reihe von Publicationen ausmachen. Ich habe also schon damals eine so grosse Zahl von jüngsten Inflorescenzen dieser und anderer Art studiert, dass ich mit der Technik der Untersuchung wohl einigermassen vertraut war. Jeder Botaniker, welcher sich mit diesen kleinen Objekten beschäftigt hat, wird wissen, dass der Beobachter gezwungen ist, die Präparate von allen Seiten, oft leider gegen seinen Willen und viel länger, als er wünscht, zu prüfen. Nachdem aber GOEBEL in seinen Arbeiten wiederholt darauf hingewiesen hatte, dass sich die Untersuchung nicht auf die Oberseite beschränken solle, habe ich es mir angelegentlichst zur Pflicht gemacht, diesem Hinweise nachzukommen. Ich kann demgemäss den Einwurf gegen die Zulänglichkeit meiner Untersuchung nicht anerkennen.

Bevor ich nun auf die streitige Frage über die Entwicklung des Borragoids näher eingehe, will ich noch die Beschreibung der Entstehung des Doppelborragoids vorausschicken, da ich an ihr einige kleine Änderungen gegen meine frühere Darstellung anbringen muss. Die Zustände, welche erlauben, den Entwicklungsgang genau zu verfolgen, werden nicht gerade häufig gesehen; es ist mir aber gelungen, ihn bei Cerinthe, Anchusa und Symphytum wiederholt zu beobachten. Der Process an dem Gipfelsprosse ist kurz folgender. Die Blätter entstehen an der Hauptaxe oder an einem der grossen Lateralstrahlen aus den Rosettenblättern der Grundaxe spiral. Der uhrglasförmige Scheitel erhält dann eine Furchung, welche so verläuft, dass sie, wenn ich das letzte Blatt n nenne, auf $n-3$ zu geht und zwischen $n-4$ und $n-2$ hindurchfällt. Auf diese Weise entstehen zwei Parzellen, die eine befindet sich ziemlich genau in der Achsel von n, die andere in der von $n-1$. In dem Theilprodukte vor

*) GOEBEL in Flora 1889, p. 82.

$n-1$ erscheint zunächst eine auf der vorigen senkrechte Furchung, die einen Kreisquadranten ausschneidet, der zur Terminalblüthe wird. Derselbe Process wiederholt sich dann im zweiten Theile, der hierdurch ebenfalls eine Blüthe ausgliedert, während das restierende Stück wie beim vorigen zur Grundlage für je ein Borragoid wird. Wie die von der gewöhnlichen Annahme abweichende Gegenläufigkeit der Blüthe aus dem niedrigeren, meist als α-Vorblatt bezeichneten Blatte und die Gleichläufigkeit der Primanblüthe mit der ersten Blüthe an der oberen Wickel mechanisch begründet werden kann, wolle man an dem angeführten Orte nachlesen.

Diese jetzt mitgetheilte Entstehungsgeschichte weicht dadurch von der früher erörterten ab, dass es mir neuerdings gelungen ist, die Continuität der Spiralanlage in den Blättern des Triebes zu erkennen.

Tritt das Doppelborragoid unmittelbar, ohne dass also an der Axe eine grössere Zahl von Laubblättern vorausgeschickt wird, aus der Blattachsel hervor, so wiederholen sich die Verhältnisse bei den Borraginaceen, welche ich schon gelegentlich der Besprechung von Sedum hervorhob. Es entsteht in diesem Falle in der Achsel eines Laubblattes ein transversal gedehnter Vegetationskegel, der in Transversalstellung zwei seitliche Blätter erzeugt. In den Achseln derselben werden durch senkrecht zur langen Axe verlaufende Furchen zwei secundäre Primordien hervorgebracht. Dann dehnt sich die junge Inflorescenzanlage ohne Zweifel einer vorwiegenden Wachsthumszunahme der Hauptaxe entsprechend auf der dorsalen Seite. Das Mittelprimordium, die Anlage der Terminalblüthe, wird durch diese differente Vergrösserung zwischen vorn und hinten im Querschnitte gleichschenklig dreiseitig und nun treten hinten, der grösseren Lücke entsprechend, zwei Sepalen auf, während vorn nur ein einziges die kleinere Kluft ausfüllt. Die zwei letzten Kelchblätter stellen sich dann in die Lücken auf den Langseiten des Primords (Taf. VII, Fig. 14). Die so eigenthümliche, bis jetzt nicht genug gewürdigte inverse Stellung der Terminalblüthe an derartigen, unmittelbar aus der Achsel des Blattes hervortretenden Doppelborragoiden wird also in zwei Fällen hier und bei Sedum durch die Gestalt des Blüthenprimordiums und offenbar in erster Linie durch die stattfindenden Wachsthumsprocesse mechanisch bedingt.

Schon in der soeben angezogenen Figur kann man nun die Entwicklung des Einzelborragoides verfolgen. Die beiden Begleitblätter der Terminalblüthe, die man gemeiniglich als ihre Vorblätter bezeichnet, tragen wie erwähnt in den Achseln zwei secundäre Primordien, welche die Grundstöcke für die Einzelborragoide darstellen; das Tragblatt, welches das gesammte Inflorescenzsystem stützt, liegt vorn auf den

Beschauer zu und ist in der Figur weggeschnitten. Die beiden Achselprodukte haben sich gemäss der Dehnung, welche in dem ganzen Gebilde in radialer Richtung stattfand, gestreckt und in beiden ist senkrecht zur langen Axe der nunmehr ellipsoid geformten Körper je eine Furchung entstanden, welche dieselben in zwei Parzellen zerlegt hat, von denen die eine *fl* eine Borragoidblüthe, die andere *v* aber einen conjugierten Vegetationskegel darstellt. Die Blüthen liegen also axenwärts, die Vegetationskegel blattwärts; dieser Umstand zeigt an, dass sich beide Borragoide in der Richtung nach dem gemeinschaftlichen Tragblatte des Systems hin entfalten müssen.

Wir haben uns nun zur Entscheidung der Frage, ob jedes der Borragoide ein verarmtes Dichasium oder eine dorsiventrale Traube darstellt, zunächst klar zu machen, wo sich die Scheitelpunkte der Vegetationskegel befinden. Gehen wir nochmals zu dem ursprünglichen Primordium zurück, aus dem der ganze Blüthenstand hervorging, so kann über den Ort, wo der Scheitel liegt, zur Zeit, da die ersten Blätter erzeugt werden, ein Zweifel nicht wohl obwalten. Er muss dort gesucht werden, wo die Ebene durch die Mediane des Tragblattes und diejenige durch die Medianen der beiden Vorblätter sich schneiden, ein Platz, der mit der höchsten Erhebung des Primords zusammenfällt. Entstehen nun durch die auf der langen Axe des Primords senkrechten Furchungen die secundären Primordien in den Achseln von α und β, so können wir ebenfalls nicht schwanken, wo die Scheitel der letzteren zu suchen sind, sie liegen wieder an den Stellen, die mit den Schnittpunkten der Ebenen durch die langen und kurzen Axen der neuen Ellipsoide an der Oberfläche zusammenfallen. Die Lagenveränderungen, welche die beiden secundären Primordien durch die Transformation des Primordiums der Terminalblüthe zu einem im Querschnitte gleichschenklig dreieckigen Körper erfahren, kann auf den Ort des Scheitels am Vegetationskegel keinen Einfluss ausüben. Desswegen muss die Furche, welche die secundären Primordien des Doppelborragoids in zwei Hälften zerlegt, durch diesen Scheitel gehen. Die neuen Gipfel der Blüthe sowohl, wie des conjugierten Vegetationskegels werden nun durch eine Centrale verbunden, die auf der Furchung senkrecht steht und mit der langen Axe des Ellipsoids zusammenfällt. Die Scheitel liegen also ohne allen Zweifel an den Orten, welche ich in der Taf. VII, Fig. 14 durch die Buchstaben *v* und *fl* kenntlich gemacht habe.

Die Festsetzung dieser Orte an einer noch nicht weiter entwickelten Inflorescenz ist von der allergrössten Bedeutung. Bisher haben nämlich fast alle Morphologen angenommen, der eigentliche Scheitel des Borragoids befände sich nicht an der von mir nachgewiesenen

Stelle, sondern an der obersten Spitze der ganzen Inflorescenz. Diese Voraussetzung wurde ebensowohl von denen gemacht, welche meine Anschauung über den Entwicklungsgang des Borragoides theilen, wie auch von GOEBEL. WARMING*) allein hat bereits auf die Lagen hingewiesen, indem er auf einem Längsschnitte durch die beiden Scheitelpunkte den Verlauf der Gewebecurven in beiden Körpern genau zur Anschauung gebracht hat.

Das Arrangement des Vegetationskegels zu der zunächst vorausgehenden Blüthe stimmt genau mit der Disposition überein, welche ein Dichasium bieten muss, bei dem der eine Lateralstrahl nicht zur Ausbildung gekommen ist; ich kann also zwischen der Entwicklung des Borragoids in der ersten Ausgliederung der Blüthen und jenem einen Unterschied nicht finden.

Der einmal eingehaltene Gang der Ausbildung wird später nicht mehr verlassen; ich habe in Taf. VII, Fig. 15—17 drei Spitzen von Borragoiden zur Darstellung gebracht, welche Symphytum asperrimum entnommen sind. Die Pflanze ist von Anchusa dadurch verschieden, dass die Blüthen nur im ersten Paare unter der Terminalblüthe von Begleitblättern gestützt werden. Diese umgreifen die Einzelborragoide, so dass die letzteren in der Jugend von ihnen umschlossen werden; in Taf. VII, Fig. 17 ist der Saum, welcher den rechten Specialblüthenstand umzieht, als der beim Abschneiden des Blattes zurückgebliebene Rest noch sichtbar. Die Bilder, welche der letzte Vegetationskegel mit der vorausgehenden Blüthenanlage in den drei citierten Figuren gewährt, stimmen vollkommen mit dem überein, welches ich bei dem Anchusa-Blüthenstande eingehender besprochen habe: *v* und fl^3 zusammen stellen bei allen ellipsoidisch geformte Körper dar, welche durch eine in der kurzen Axe gelegene Furche in zwei Theile parzelliert worden sind. Auch bei ihnen liegen die Scheitelpunkte der Theilkörper an den Orten, wo die betreffenden Buchstaben sich befinden. Wäre die allgemein verbreitete Ansicht richtig, so würde in Taf. VII, Fig. 16 der Scheitel des letzten Vegetationskegels nicht bei *v*, sondern bei *v'* zu suchen sein. Diese Annahme setzte aber eine zu irgend einer Zeit stattfindende Verlegung des Scheitels voraus, die ich einmal nicht constatieren konnte und die andererseits wohl kaum zu begründen sein würde; ich wüsste wenigstens keinen Umstand zu nennen, der es zu Wege bringen sollte, dass der Scheitel die Wanderung machen müsste. Wenn man nun einwenden wollte, dass die Verschiebung bereits früher geschehen sei, so muss ich dagegen erwidern, dass ich auch in dem ersten conjugierten

*) WARMING, Forgreningsforhold Taf. VIII. Fig. 7 und 14.

Vegetationskegel, wie er sich in Taf. VII, Fig. 14 an der jüngsten Anlage des Einzelborragoids präsentiert, keine Ursache für eine derartige Locomotion zu erkennen vermag.

Ich muss demgemäss an der von Warming behaupteten oder wenigstens zuerst umfangreich und äusserst sorgfältig begründeten und von mir bestätigten Meinung festhalten, dass das Borragoid in seinem Wesen ein Dichasium darstellt, welches sich von dem normalen, verarmten dadurch unterscheidet, dass ein ellipsoid gedehnter Vegetationskegel durch eine Furche in ein Blüthenprimordium und einen conjugierten Vegetationskegel zerfällt, und kann der Goebel'schen Vorstellung nicht beipflichten. Wie die Figuren 15—17 auf Taf. VII zeigen, sind die auf einander senkrechten Furchen bei Inflorescenzen, deren Blüthenprimordien lange zögern, ehe sie weitere Organe entwickeln, in so klarer Weise zum Ausdrucke gelangt, als man nur immerhin wünschen kann. Ich habe die Objekte ohne irgend welche Correktur unter 56facher Vergrösserung mit der Camera lucida bei Oberlicht aufgenommen, und da ich glaube, dass ich durch die Untersuchung viel schwierigerer Gegenstände einige Übung in der Behandlung derartiger Dinge gewonnen habe, so halte ich eine Täuschung bezüglich des Entwicklungsvorganges nicht wohl für möglich.

Bezüglich der weiteren Entwicklung der Einzelborragoide sind zwei Formen zu unterscheiden, je nachdem nämlich die Blüthen von Begleitblättern gestützt werden, oder die letzteren fehlen. Jene heissen beblattete, diese nennt man nackte Borragoide. Die beblatteten erzeugen die Begleitblätter vor der Furchung, welche den letzten Vegetationskegel in eine Blüthe und einen conjugierten Vegetationskegel zerlegt. Die Furche fällt in die Mediane des letzten Tragblattes und dieser Umstand bewirkt die eigenthümliche Thatsache, dass die Blüthe gegen ihr eigenes Tragblatt nach hinten verschoben zu sein scheint. In Wirklichkeit tritt eine solche Ortsveränderung nicht ein, die Stellung der Blüthe ist vielmehr von Anfang derart, wie sie später wahrgenommen wird, und kann dem ganzen Entwicklungsgange entsprechend nicht anders sein.

Die Vorblätter an den successiven Axen höherer Grade divergieren gegen die bezüglichen Tragblätter immer um 90° und da in ihren Achseln die neuen Vegetationskegel sich zu ellipsoider Form dehnen, um die dann stattfindende Furchung vorzubereiten, so müssen die aufeinander folgenden Furchungen senkrecht stehen. In klarer Übersichtlichkeit sind diese Verhältnisse nur so lange zu übersehen, als die Primordien noch mit einander im Zusammenhange bleiben; werden sie von einander gelöst, um die Blüthen weiter zu entwickeln, so treten die Elemente des Blüthenstandes in zwei schwach nach vorn zu con-

vergierende, später vollkommen parallele Reihen auseinander, die auf der Oberseite des Sympodiums befestigt sind. Durch diese Veränderung wird dann der Eindruck hervorgerufen, als ob der Blüthenstand eine dorsiventrale Traube sei.

Wenn wir nun die Frage aufwerfen, warum bei den beblatteten Borragoiden ein zweites Vorblatt nicht zur Entwicklung gelangt, so kann uns Taf. VII, Fig. 14 eine Antwort auf dieselbe geben. Fassen wir dort den Vegetationskegel *v* ins Auge, so hat derselbe bereits sein Tragblatt β', welches das Vorblatt des Systems in der Achsel von β darstellt, erhalten. Die Dehnung, welche demnächst in ihm stattfinden wird, vollzieht sich dergestalt, dass die lange Axe senkrecht zu der Mediane von β' gelegen sein wird. Diese Wachsthumsvergrösserung erfolgt einer Dehnung im Blattgrunde von β entsprechend nur nach rechts, d. h. nach dem verschiebbaren Tragblatte hin. Auf der entgegengesetzten Seite wirkt die Terminalblüthe wie ein fester Punkt. Wenn schon in dem vorliegenden Falle die Verbindung zwischen ihr und dem sich entwickelnden Vegetationskegel sehr fest ist, so ist in den Einzelborragoiden zur Zeit, wo die Streckung des letzten Vegetationskegels vor sich geht, die Vereinigung noch viel inniger, oft ist dieses Blüthenprimord von *v* nur durch eine Furche gesondert. Jedenfalls legt sich die berührende Kante so eng an die zweitvoraufgehende Blüthe an, dass bei einer solchen Configuration der Neubildungen für die Ausgliederung eines zweiten Vorblattes α kein Platz zur Verfügung steht. Wenn sich dagegen die successiven Blüthen früher über die jüngeren Anlagen hoch erheben, wie dies bei den echten Wickeln der Fall ist, so wird für die kleineren Vegetationskegel an der Basis der Blüthen ein Raum geschaffen, in den die beiden Vorblätter hineinwachsen können. Die kugelförmig sich abrundenden Enden der Blüthenprimordien drängen nämlich die Tragblätter der Sprosse nächsthöherer Ordnung nach aussen und die auf solche Weise gebildeten Hohlräume unter dem Gipfel werden von dem sich transversal nach beiden Richtungen streckenden Vegetationskegel ausgefüllt; an den Enden der langen Axe desselben erscheinen dann die beiden Vorblätter.

Was die Bildung des Kelches der Borragoidblüthen, welche von Begleitblättern gestützt werden, anbetrifft, so entsteht regelmässig das erste Kelchblatt an dem nach der Basis der Infloreseenz zu gelegenen Rande so zwar, dass es schief gegen das Tragblatt gestellt ist. An diesem Orte müsste, wenn sich das betreffende Primord nicht veränderte, eine Lücke entstehen, weil die auf derselben Seite liegende, zunächst vorausgehende Blüthe, indem sie sich vergrössert, das Begleitblatt nach aussen drängt: diese Lücke wird nun in dem Momente,

wenn sie erscheint, von dem ersten Kelchblatte eingenommen. Das zweite Kelchblatt entsteht erst dann, wenn sich die Blüthenanlage aus dem oft sehr lange bestehenden Verbande mit den jüngeren Primordien gelöst hat, d. h. wenn es sich so weit über dieselben emporgehoben hat, dass Raum genug für die Ausgliederung vorhanden ist. Es tritt immer in die Lücke, die sich zwischen der nächst vorhergehenden Blüthe auf der anderen Seite des Borragoids und der folgenden Blüthe, die noch keine Blattbildungen zeigt, aufthut. Das dritte Blatt erscheint in dem Raume zwischen dem eigenen Tragblatte und der zweitfolgenden Blüthe. Das vierte Blatt und das fünfte treten zwischen s^1 und s^2 auf der einen und zwischen s^1 und s^3 auf der anderen Seite, dabei stellen sie sich in die Lücken zwischen die beiden zunächst vorgehenden und die beiden zunächst folgenden Blüthen. Dieses Auftreten geschieht mit vollkommener Regelmässigkeit und bewirkt, wie bereits Goebel auseinandergesetzt hat, die Gegenläufigkeit der Blüthen auf beiden Seiten des Borragoids.

Eine geringe Modification in der Kelchbildung der Borragoidblüthen bietet Hyoscyamus. An dieser Pflanze sah ich keine klare Sonderung der Kelchblätter in der ersten Anlage; ich bemerkte vielmehr eine Kragenbildung ohne scharfe Einschnitte, aus der später die Kelchblätter zwar in der geforderten Lage, aber gleichzeitig hervortraten.

Die spätere Form der Blüthe ist für die erste Ausgliederung der Kelchblätter von keinem Belange, also auch diejenigen Borragoidblüthen, die eine grössere oder geringere Neigung zur Zygomorphie besitzen, entwickeln die Kelche doch nach der Art der aktinomorphen. Ich will von diesen Browallia demissa L. und grandiflora Grah. ein wenig näher beleuchten, da sie noch ein anderes interessantes Moment aufweisen. Die weitere Ausbildung der Blüthe übergehe ich an dieser Stelle, da ich bei den zygomorphen Blüthen nochmals auf die Pflanzen zurückkomme.

Beide Gewächse entwickeln ihre Borragoide in gewöhnlicher Weise durch Furchung des Vegetationskegels. Betrachtet man sich die Infloresccenzen sub anthesi, so nimmt man den Unterschied wahr, dass Br. demissa gut entwickelte Begleitblätter hat, die Br. grandiflora fehlen. Untersucht man nun die Entwicklungsgeschichte, so lässt sich ein Unterschied zwischen beiden bezüglich der Begleitblätter nicht machen, auch Browallia grandiflora ist mit solchen versehen. Sie treten aber an letzterer in einer höheren Insertionsstelle des Primordiums ein, unweit der Zone, in welcher die Kelchblätter erscheinen, und werden zu einem integrierenden Bestandtheile dieses Blüthencyklusses. Daher kommt die Erscheinung, dass der Kelch der Browallia

grandiflora 6-gliedrig ist und nicht 5 Zähne besitzt, gleich dem der anderen Art.

Die Entwicklungsgeschichte lehrt aber, dass die der Anlage nach vorhandenen Begleitblätter von Br. grandiflora von Anfang an viel kleiner sind, dass sie am Primordium durch eine Dehnung desselben unterhalb der Insertion empor gehoben und zu einem Theile des Kelches umgestaltet werden. Würde nun die Corolle in gleicher Weise wie bei den übrigen Borragoidblüthen aktinomorphen Baues simultan angelegt, so müssten wir an Br. demissa auf Grund des Contaktes eine 5-gliedrige, bei Br. grandiflora eine 6-gliedrige Corolle erwarten. Da aber andere Processe Platz greifen, welche wir später kennen lernen werden, so wird die Differenz nicht erzielt.

Von denjenigen Gattungen, welche der Begleitblätter entbehren, habe ich nur Symphytum genauer untersucht und gefunden, dass bei dieser Gattung wenigstens zuweilen eine Abänderung in der Kelchanlage bemerkt wird. Ich beobachtete und sehe aus der betreffenden Figur, dass auch GOEBEL*) dieselbe Erfahrung aufgezeichnet, wenn auch nicht ausdrücklich bemerkt hat, dass zuerst ein Kelchblatt an der freien Aussenseite des Primordiums auftritt (Taf. VII, Fig. 15, s^1) und dann ein zweites zwischen ihm (Taf. VII, Fig. 15, s^2) und dem zweitfolgenden Primordium, das mit ihm auf gleicher Seite gelegen ist und das noch mit dem vorausgehenden gegenüberliegenden und dem Vegetationskegel in sehr enger Verbindung steht. Erst nachher erscheint ein Kelchblatt in der Lücke zwischen der nächst vorausgehenden und nächst folgenden Blüthe, also an der Stelle, welche bei den beblatteten Borragoiden von s^2 eingenommen wird. Die beiden letzten Sepalen treten an die gewöhnlichen Orte und ohne bemerkbares Zeitintervall; es sei denn, dass die Lösung zwischen dem letzten Primord und dem Vegetationskegel noch nicht stattgefunden hat und der Platz somit für den letzten Körper noch nicht geschaffen ist. Dann verzögert sich die Erscheinung desjenigen Kelchblattes, das mit s^5 zu bezeichnen ist (Taf. VII, Fig. 17, fl^2). Durch diese Modification wird der Spiralgang, welchen man in der Erscheinungsfolge der Borragoidblüthen zu sehen gewöhnt ist, verändert oder vielmehr aufgehoben. Kelchblatt 1 und 2 divergieren um c. 75° und zwar nach vorn zu, während sie gewöhnlich um c. 135—140° in hintumläufigem Gange von einander abstehen. Die Erklärung für diese Abweichung wird dadurch sehr nahe gelegt, dass wie bei allen extraaxillären Sprossen das erste Blatt am freien Aussenrande des Primords hervortritt. Haben

*) GOEBEL in Arbeiten des Instituts in Würzburg t. XII. Fig. 32, jüngste Anlage auf der rechten Seite.

sich nun die benachbarten Blüthen noch nicht von einander gesondert, so bleibt der noch vorhandene Rest des Aussenrandes immer noch der beste Platz für ein zweites Blatt, erst dann, wenn der Körper sich vollkommen isoliert hat, kann an der gewohnten Stelle ein Kelchblatt erscheinen. An der ausgebildeten Blüthe ist übrigens von dieser Besonderheit nichts mehr zu sehen und der Natur der Sache nach kann auch von der quincuncialen Deckung keine Abweichung stattfinden; ich habe oben p. 262 schon darauf hingewiesen, dass für die Entstehung dieser Aestivation nur gefordert wird, dass die zwei vorderen Sepalen und das dorsalmediane vor denjenigen entstehen müssen, welche mit s^4 und s^5 bezeichnet werden. Ob aber dabei s^1 vor s^2 und s^3 oder s^3 vor s^2 erscheint, spielt bezüglich der Deckung keine Rolle.

Von den Solanaceen habe ich Atropa Belladonna L. den schon oben einmal erwähnten Hyoscyamus niger L., Datura Stramonium L. und Lycopersicum esculentum Mill. in vielen Formen studiert. Bei allen diesen Pflanzen ist der Wickeltypus nach vorausgehender axillärer Verzweigung aus spiralgestellten Blättern vorzüglich zu verfolgen und alle Grade der weiter gehenden Verarmung in der Sprossbildung sind besonders an den lockeren Verbänden der ersten beiden Pflanzen sehr schön zu sehen. Die schon von den früheren Morphologen bis in die Details an entwickelten Sprossen nachgewiesenen Auswachsungen lassen sich mit Leichtigkeit auf intercalare Dehnungen unterhalb der Tragblätter und auf solche zwischen Tragblättern und Inflorescenzen zurückführen. Ist die Verminderung der Blätter so weit an den Lateralstrahlen gegangen, dass deren nur noch zwei erscheinen, so tritt die charakteristische Furchung an dem quergestreckten Vegetationskegel auf, welcher eine Blüthe und einen neuen Vegetationskegel erzeugt (Taf. VII, Fig. 18). Diese Figur, Atropa Belladonna L. entnommen, zeigt sehr klar, wie der sich streckende Körper in der Achsel des einen der beiden Blätter durch seine Dehnung unterhalb des eigenen Tragblattes sich anschickt, dieses mit in die Höhe zu heben. Der Theorie nach ist dieses Blatt, obgleich hier kleiner als das andere, das β-Vorblatt, jenes das α-Vorblatt des Gipfels, welcher in eine Blüthe fl^1 ausläuft. Sind drei Blätter an dem Achselprodukte vorhanden, so erzeugen nur β und γ Seitenstrahlen, α aber bleibt leer und in seine Achsel wird also der Blüthenkörper herübergedrückt. Ganz allgemein stehen die Blätter in der Zweizahl einander zuvörderst diametral gegenüber, erst später werden sie nach hinten zusammengeschoben: dadurch, dass sich der Spross nach vorn zu abrundet, gelangen sie zu axoskoper Convergenz. Bei 3 Blättern fällt das letzte nach vorn

schief auf α, das sprosslose Vorblatt zu, bei vieren tritt das letzte Blatt median hinten auf: Verhältnisse, welche durch frühere Besprechungen genügend begründet werden. Die Terminalblüthe reiht ihre Kelchblätter immer an die vorausgehenden Blätter an, so dass also bei den häufigen lockeren Wickeln s^1 schief vorn auf α zu, s^2 median nach hinten zu liegen kommen und die anderen ohne Veränderungen irgend welcher Art anschliessen (Taf. VII, Fig. 18, *fl.*). Die Entstehung der Blumenblätter erfolgt simultan dadurch, dass sich der etwas niedergedrückte Vegetationskegel in die Lücke der Sepalen zieht und hier 5 Lappen erzeugt. Im Contakte mit ihnen gliedern sich 5 Staubgefässe als flache Kalotten aus. Nachdem dieselben erschienen sind, gehen besondere Veränderungen vor sich, die uns gleich beschäftigen sollen.

In ganz ähnlicher Weise wie bei Atropa geschieht der Aufbau von Datura Stramonium mit dem an sich geringen Unterschiede, dass bei der wickelartigen Verarmung der Dichasien das Achselprodukt entweder vollkommen aus dem Grunde des Deckblattes hervortritt oder doch durch eine nicht in der Mitte des quergestreckten Ellipsoides verlaufende, sondern auf das β-Vorblatt zu liegende Furche abgetrennt wird. Zumal die Sprosse an den unteren Blättern, die noch zwei Seitenstrahlen rechts und links vom Mittelkörper hervorbringen, zeigen ein axilläres Auswachsen aus dem Blattgrunde sehr schön (Taf. VII, Fig. 19 und 20). Der Vegetationskegel des Gipfels jedes Sprosses rundet sich wieder nach vorn zu ab und erhebt sich ziemlich hoch, so dass die ersten Kelchblätter tiefer stehen, als bei Atropa. Dabei fällt s^1 wieder auf das α-Blatt zu. Die vorzügliche Begünstigung dieses Ortes wird durch die Kleinheit resp. das Fehlen des Achselprimordiums aus diesem Blatte und die frühere Trennung desselben vom Mittelkörper zur erkennbaren Darstellung gebracht.

Hyoscyamus niger baut sich dagegen in der Inflorescenz nach dem Modus des typischen Borragoids durch halbierende Furchungen in dem ellipsoiden Vegetationskegel auf, durch welche eine neue Blüthe und ein conjugierter Vegetationskegel erzeugt werden. Vorher hat sich ein rechtwinklig zum letzten Tragblatte orientiertes Vorblatt entwickelt, mit dessen Mediane die letzte Furchung sich rechtwinklig kreuzt. In der bei den Borraginaceen erläuterten Weise muss desshalb das Tragblatt jeder Blüthe nach vorn verschoben sein und in der That sehen wir die Blüthe so orientiert, dass der Mittelnerv desselben ungefähr die Vorderkante derselben berührt. Schon oben habe ich die Kelchbildung angedeutet, an der ich eine scharfe Sonderung der Sepalen zunächst nicht festzusetzen vermochte. Corolle und Androeceum bieten nichts besonderes.

Ein sehr merkwürdiges, wegen seiner Variabilität in der Blüthensphäre erwähnenswerthes Gewächs ist Lycopersicum esculentum Mill. Seine wahrscheinliche Urform liegt uns wohl in derjenigen Varietät vor, die wir unter dem Namen Lycopersicum cerasiforme Dun. cultivieren. Die durch kirschengrosse, zierlich an einander gereihte Früchte ausgezeichnete Form hat ausserordentlich reichblüthige Wickeln, welche zur Fruchtzeit 30 cm lang werden können. Ihre Blüthen sind normale Solanaceenblüthen, die in der Entstehung vom typischen Borragoidtypus nicht abweichen und auch in ihrer weiteren Ausbildung keine Besonderheit erkennen lassen. Neben ihr werden aber mannigfaltige Culturformen gezogen, die jeder Vorstellung eines Blüthenschemas geradezu widersprechen. In theoretischer Hinsicht ist eine Gestalt interessant, die sich dadurch auszeichnet, dass das Borragoid nach einigen, meist 6—8 Blüthen wieder in einen vegetativen Spross auswächst, der sich abermals verzweigen und ganz gleiche ausläuferartig endende Borragoide erzeugen kann. An diesen Gestalten musste das Examen crucis vorgenommen werden, wo sich eigentlich der Gipfel des Vegetationskegels befand. Wenn meine Annahme, dass er von den successiven Furchungen getroffen wurde, richtig war, so musste der vegetative Spross senkrecht zur früheren Axe des Borragoids in die Höhe streben. War GOEBEL's Ansicht die in der Natur begründete, befand sich also der Gipfel des Vegetationskegels randlich vorn, in der Verlängerung der Wickelaxe; so musste der Spross in der geraden Verlängerung derselben fortwachsen. Es zeigt sich, dass er stets in der ersten Weise sich entwickelt. Man erkennt dieselbe noch deutlich an dem älteren Sprosse, indem an dem Orte, wo die vegetative Fortsetzung anhebt, das System eine rechtwinklige Knickung nach oben erfährt.

In allen denjenigen Culturformen, welche gelappte Früchte besitzen, bei weitem die häufigsten, die gegenwärtig gezogen werden, hat stets eine Polymerisation der Blüthen stattgefunden. Diese wird nicht etwa, wie man geneigt sein könnte zu glauben, durch Spaltung bereits vorhandener Glieder oder durch congenitales Dedoublement hervorgebracht, sondern durch wirkliche Einschaltung neuer Sepalen. In Taf. VII, Fig. 22 habe ich einen Fall dargestellt, bei welchem eine sehr bescheidene Zahlenerhöhung der Kelchglieder Platz gegriffen hat. An der jüngsten Blüthe sind 2 Kelchblätter erschienen, die übrigen treten der Reihenfolge nach, gemäss der Bezifferung an der nächstälteren Blüthe auf. Sie halten, wie diese Zahlen mittheilen, durchaus nicht eine bestimmte Spiralstellung ein, sondern stellen sich in anderer Anreihung auf. Dabei wird bemerkt, dass die Theile, welche mit dem nächsten Primordium noch sehr eng in Berührung stehen,

sich am spätesten mit Kelchblättern beladen. Bei einem heptameren Kelche sah ich s^1, s^2 und s^4 ungefähr in der für die Borragoidblüthen besprochenen Form in die Erscheinung treten, s^3 aber entstand auf einem grossen Raume zwischen s^1 und s^2 in der Mitte, entsprach also dem s^3 in der Figur 22 der Lage nach; s^5 lag zwischen s^2 und s^4, s^6 zwischen s^1 und s^4, s^7 zwischen s^1 und s^3. Alle Lücken, die also an dem relativ zu sehr bedeutender Grösse heranwachsenden Primordium sich aufthaten, wurden mit Sepalen belegt, wobei aber rückläufige Bewegungen in der Verbindungscurve derselben mannigfach beobachtet wurden.

Bei jenen ausserordentlich breitgestreckten, gelappten Früchten, deren Furchungen manchmal so tief gehen, dass die Körper relativ leicht in Portionen zerfallen können, tritt regelmässig eine Verbindung von 2 Blüthenprimordien ein. Die jüngsten Blüthenanlagen, welche auch bei vielen anderen Borragoiden, wie bei Symphytum, Hyoscyamus, Echium, Cerinthe u. s. w., ziemlich lange in einem engen Connexe bleiben und durch diese Verbindung die Anlage von Sepalen, die zu ihrer Entstehung keinen Platz finden, zur Zeit verhindern, verschmelzen hier mit einander. Zuvörderst zeigt der Blüthenkörper in den beiden Stücken, welche ihn zusammensetzen, eine erhebliche Differenz; derjenige, welcher der Entstehung nach älter ist, hat eine bedeutendere Grösse und das ganze Doppelprimord hat eine bemerkenswerthe Ähnlichkeit mit einer Fusssohle (Taf. VII, Fig. 24, die vordere Blüthenanlage), später gleichen sich beide Hälften mehr und mehr aus, wie die hintere Blüthe zeigt. Das ältere Primordium bringt gewöhnlich 2 Kelchblätter hervor, ehe das jüngere sein erstes ausgliedert: die beiden s^1 liegen in denselben einander diametral gegenüber.

Die Sepalen mit niedrigsten Zeigern entstanden an den von mir untersuchten Blüthen dieser Form auf den Flanken und auf der Vorderseite des Doppelprimords, so dass auch bei ihnen nicht möglich war, eine dem Quincunx entsprechende Spirale zu construieren. Die Ursache fand ich in der sehr engen Berührung des Primords mit der voraufgehenden Blüthe.

Die Zahl der Kelchblätter ist bestimmend für diejenige der Blumenblätter, die im Contakte mit jenen zwischen ihnen hervorspriessen. Ihre Erscheinung findet simultan statt, dessgleichen werden die Staubgefässe (Taf. VII, Fig. 25 *st*) wieder simultan zwischen den letzteren hervorgetrieben und endlich kommen in homomeren Verhältnissen noch weiter nach innen zu gelegene Blattprimordien zum Vorscheine, welche die Karpiden darstellen (Taf. VII, Fig. 25 *Cp*). Ich

komme nunmehr auf diesen bis jetzt nicht berücksichtigten Cyklus bei den Wickel- und Borragoidblüthen zu sprechen.

Der bei unserer letzt behandelten Form von Lycopersicum esculentum vorliegende Fall stellt für den ganzen Verwandtschaftskreis ein ungewöhnliches Verhältniss dar. Alle Borraginaceen und die allermeisten Solanaceen haben nämlich nur zwei Karpiden. Dasjenige bestimmende Moment, welches wir bisher als massgebendes, oder wenigstens als regelmässig die Dikarpidie begleitendes wahrnahmen, die in bestimmter Richtung erfolgende Dehnung des Blüthenbodens ist an den von mir beschriebenen Blüthen von Lycopersicum nicht zu sehen. Der Umfang des Blüthencentrums hat stets eine gewisse Unregelmässigkeit, die Lappung, welche durch die frühere Einschnürung statt hatte, geht niemals ganz verloren, sondern kann sich bis zu dem Masse erhalten, dass beide Stücke nur durch einen schmalen Isthmus verbunden werden. Auch die Theilprimordien weisen keine durchaus regelmässige Umschreibung auf. Eine bestimmte Dehnung waltet sicher nicht ob und die Nothwendigkeit, nur zwei Fruchtblätter zu erzeugen, liegt weder für den Körper insgesammt noch für die Theile vor. Daher tritt einzig und allein der Contakt mit den Staubgefässen in Wirksamkeit und es entstehen in der Regel so viele Karpiden, als von den letzteren entwickelt sind. Nachdem die Fruchtblätter angelegt worden sind, treten sie seitlich in Verbindung und die Fächer werden durch radial nach dem Centrum aus dem Blüthenboden aufstrebende Lamellen hervorgebracht. Eine mittlere Gewebesäule fesselt sie aneinander und es entsteht ein vielfächriger Fruchtknoten.

Die kleinbeerige Urform von Lycop. esculentum hat einen stets 2-fächrigen Fruchtknoten und dies gilt auch von der durch schönfarbige, wohlschmeckende, grosse, eiförmige, etwas zusammengedrückte Früchte ausgezeichneten Culturform, die sich unter dem Namen König Humbert einer wohlverdienten Berücksichtigung erfreut. Andere nichtgelappte Früchte, z. B. die von der Form, welche den Namen Praesident Garfield trägt, sind stets 3-fächrig und haben immer eine Polymerisation der Kelche. Welche Stellung die Fächer haben, ob die Lage in jener Regelmässigkeit auftritt, welche ich an vielen trimeren Karpiden fand, dass nämlich das eine auf s^1 hingewendet ist, habe ich nicht beobachtet.

Gewiss ist es nicht ohne Interesse zu bemerken, dass durch sorgliche Auswahl der Aussaat das Lycopersicum esculentum Formen angenommen hat, welche dem Blüthen- und Fruchtbaue nach unbedingt sich nicht mehr in den Rahmen einfügen, durch den wir die Solanaceen umgrenzen.

Nicht blos die Polymerisation der Blüthen in den äusseren Cyklen, sondern vor allen die Homomerie der Karpiden stellen Eigenthümlichkeiten dar, welche von der Normalform durchaus abweichen und welche sich den weitgehendsten Abwandlungen anschliessen, die überhaupt der Mensch durch die Cultur an domesticierten Organismen erzielt hat. Selbstredend müssen dieselben Hand in Hand gehen mit entsprechenden Änderungen in der Gestalt des Neubildungen producierenden Vegetationskegels. Diesen aber auf Beziehungen mit den ihn umgebenden Organen zu bringen, d. h. ihn auf seine Contaktbedingungen zurückzuführen, gelingt zur Zeit noch nicht.

In beiden Familien ist, wie erwähnt, die Dikarpidie normal. Drei- und fünfzählige Fruchtknoten sind indess bei Nicandra, Jaborosa und einigen Arten anderer Gattungen (Nicotiana quadrivalvis Pursh) regelmässig oder gelegentlich beobachtet worden. Die durch septis spuriis gefächerten Doppelräume im Fruchtknoten von Datura haben bekanntlich eine andere Verursachung, als dass wirklich vier Blätter sich an dem Aufbaue desselben betheiligen. Sobald nun zwei Karpiden das Ovarium zusammensetzen, habe ich ausnahmslos an den von mir behandelten ziemlich zahlreichen Arten der Familie die schon früher erwähnte Dehnung im Blüthenboden, die regelmässig der Anlage der Fruchtblätter vorausgeht, constatiert. Die Lage der Dehnungsaxe bietet drei verschiedene Fälle: entweder geht sie durch die Mediane der Blüthe, schneidet also zwischen s^1 und s^3 den Blüthenboden, oder sie geht durch das genetisch erste Kelchblatt nach der gewöhnlichen Entstehungsfolge an beblatteten Wickeln oder sie hält die Richtung ein, welche parallel mit der Längsaxe des Borragoids verläuft. Die erste Disposition weist nicht zu selten Datura auf, ferner wird sie gewöhnlich für alle regulären Borraginaceen angegeben; die zweite besitzen Atropa, Lycopersicum, und Datura in häufigeren Fällen, die dritte haben Hyoscyamus und Echium.

Sehe ich zunächst von Hyoscyamus ab und beschäftige mich mit den ersten beiden Fällen, so muss ich vorausschicken, dass der Blüthenboden nach der Anlage der Staubgefässe vollkommen isodiametrisch ist. Zuweilen bemerkt man sogar an ihm bereits eine fünfseitige Lappung, als ob die gewöhnliche Entwicklung isomerer Blüthen sich weiter vollziehen sollte. In der That wird diese auch bei Nicandra physaloides und wohl auch bei den fünfkarpidiären anderen Solanaceen innegehalten, denn diese lassen einfach die Karpiden zwischen die Staubgefässe treten. Die übrigen zeigen aber plötzlich eine energische Dehnung entweder in der Richtung der Mediane des Tragblattes oder bei den Solanaceen häufiger in derjenigen von s^1 (Taf. VII, Fig. 21). Schon oben machte ich darauf aufmerksam, dass

diese zwei Richtungen für jede Bewegung eine besondere Bevorzugung besitzen müssen, weil auch in anderen Pflanzenfamilien die gleichen Streckungen mit gelegentlichem Wechsel von der einen zur anderen beobachtet werden. Das Verhältniss der Excentricität der durch die Streckung bewirkten ellipsoiden Gestalt des Vegetationskegels betrug bei Datura 10 : 13 bis 8 : 10.

Schon Schwendener hat in seinen Untersuchungen über den Blüthenanschluss und besonders in seiner Besprechung der Karpidenstellung auf diesen Wechsel bei Datura Stramonium aufmerksam gemacht. Er hat auch dort die Vermuthung ausgesprochen, dass der Contakt der Lateralstrahlen von Bedeutung sein müsste, indem er beobachtet hatte, dass die Medianstellung der beiden Fruchtblätter in der Regel dann vorkommt, wenn zwei gleiche Seitenäste unter der Terminalblüthe sich entwickeln, die Schiefstellung aber, wenn der Zweig aus dem β-Blatte der geförderte ist. Ich möchte dieser Anschauung beipflichten, glaube aber, dass nicht der unmittelbare Contakt, sondern der mittelbare von Bedeutung ist.

In dem Wesen des Begriffes Contakt liegt, dass eine unmittelbare, thatsächliche Berührung stattfinden muss. Wir können uns also nur denken, dass eine mediane Stellung zweier Blätter durch transversalen Contakt dann hervorgerufen wird, sobald die contingierenden Elemente bis an die Zone heranreichen, die Neubildungen erzeugt. Wenn sich nun ein Spiralsystem von Blättern, in unserem Falle ein Kelch, unter der Einwirkung zweier seitlicher Primordien entwickelt, so kann der erste Contakt keinen Einfluss weiter ausüben auf Organe, die sich innerhalb der Umgrenzung durch das System befinden. Noch weniger wird eine weitere Reihe von Körpern die Einwirkung der Berührung zweier transversal stehender Organe gestatten. Fände die Wirkung der beiden transversalen Contaktkörper über den Kelch hinweg statt, so müsste die Anlage der ferneren Neubildungen durchaus immer und in allen Fällen von jenen beiden Gebilden beeinflusst werden. Gerade der Umstand aber, dass bei homomeren, aktinomorph-fünfgliedrigen Blüthen auf die spiral disponierten Kelchblätter fünf simultan erscheinende Blumenblätter und ebenso viele Staubgefässe an einem im Querschnitte kreisrunden Vegetationskegel erscheinen, beweist unbedingt, dass die Einwirkung der äussersten zwei Organe die Demarkationslinie, welche durch den Kelch errichtet worden ist, nicht überschreiten kann. So lange der Blüthenscheitel kreisförmig umrissen ist, kann irgend eine Einwirkung der beiden Lateralstrahlen aus den Begleitblättern der Blüthen nicht vorausgesetzt werden; wir werden erst dann berechtigt sein, die Einwirkung vorauszusetzen, wenn der Blüthenkörper eine Dehnung erfährt. Die Beeinflussung wird aber durch

den Umstand compliciert, dass eine Streckung im Grunde der Blattachsel stattfinden muss. Ob diese nun an und für sich schon die Lage der Dehnungsrichtung in dem Blüthenkörper bestimmt oder ob jetzt die beiden Lateralstrahlen eine gewisse Rolle spielen, indem sie die Wachsthumsaxe bestimmen, ist noch unsicher; indess könnte durch die folgende Erwägung vielleicht einiges Licht über die Angelegenheit verbreitet werden.

Ich habe oben bereits gesagt, dass SCHWENDENER die Beobachtung machte, nach der die mediane Karpidstellung hauptsächlich in den unteren Theilen des Stechapfelstockes angetroffen wird, dort also, wo die rein dichasiale Auszweigung unter nur unerheblicher Förderung des einen der beiden Lateralstrahlen vorliegt. Zur Zeit nun, da die Karpiden angelegt werden, berühren die Primordien, die in den Achseln der Vorblätter sich befinden, ungefähr den Blüthenboden. Der Gedanke ist also nicht ganz von der Hand zu weisen, dass, wenn sie auch nicht durch den Druck die Mediandehnung bewirken, sie doch die Dehnungsrichtung beeinflussen, dass sie eine leitende Funktion übernehmen.

In den Theilen des Stockes dagegen, wo durch eine mehr oder weniger vorgeschrittene Verarmung des Dichasiums die Wickel entweder eingeleitet oder bereits hergestellt ist, wird die Richtung der Dehnungsaxe nach der Seite des geminderten Sprosses hin verschoben werden müssen. Dass dabei die Axe sprungweise aus der Mediane in die schiefe Stellung nach s^1 hin tritt und dass intermediäre Stellungen wenigstens von mir nicht constatiert worden sind, wird wahrscheinlich durch dieselbe Thatsache bewirkt, welche das erste Kelchblatt mit so grosser Regelmässigkeit zwischen Tragblatt und erstes Vorblatt bringt.

Bei Atropa Belladonna habe ich die Richtung der Dehnungsebene und die Stellung der Karpiden constant in der Ebene durch das erste Kelchblatt liegen sehen. Der Wechsel von Datura Stramonium findet sich also in dieser Pflanze nicht vor. Ebenso wenig ist er mir von anderen Solanaceen bekannt geworden.

Hyoscyamus niger ist dadurch ausgezeichnet, dass die Centrale durch die Fruchtblätter weder median noch durch das erste Kelchblatt verläuft. Wenn wir uns Borragoide betrachten, welche mit zygomorphen Blüthen versehen sind, die dicht gedrängt zusammenstehen, so machen wir stets die Beobachtung, dass sie die Öffnung ihrer Blüthen alle nach ein und derselben Richtung gekehrt haben. Dabei verläuft die Symmetrale, die Ebene also, welche die Blüthe, so weit dies bei der verschiedenen Grösse der Kelchblätter überhaupt möglich ist, in zwei symmetrische Hälften zerlegt, ebenfalls in der Richtung

parallel mit der Seele des ganzen Borragoids. Hyoscyamus ist eine Pflanze, bei der die Ausbildung der Zygomorphie nach Anlage der Staubgefässe sich entwickelt. Der Kelch, sowie die Blumenblätter und die Staubgefässe werden ganz wie an einer aktinomorphen Blüthe angelegt. Nachher tritt aber eine Dehnung des Blüthenbodens auf in der Richtung der Borragoidaxe (Dehnungsquotient d. h. lange durch kurze Axe der Ellipse = 12,5 : 10 — 15 : 11) und zu gleicher Zeit eine Verbreitung des nach dem rückwärtigen Ende des Borragoids gelegenen Theiles derselben.

Die erwähnten beiden Dehnungserscheinungen haben eine doppelte Wirkung: einmal wird durch die Längsstreckung die Stellung der Karpiden verursacht, welche in den Enden der langen Axe der Ellipse sich ausgliedern, und zweitens wird durch die Verbreiterung des nach dem unteren Ende des Borragoids gerichteten Theiles die Ästivation der Corolle von Hyoscyamus hervorgebracht. Bis zu dem Zeitpunkte, in dem die letzte Dehnung stattfindet, decken die Blumenblätter sich noch nicht. Nun wird das hinterste mit seinen beiden benachbarten Genossen etwas nach aussen gerückt, daher übergreifen die letzten beiden regelmässig die vorderen, das hinterste deckt wieder die benachbarten. Auf diese Weise wird jene regelmässige, von hinten nach vorn absteigende Deckung erzeugt, welche allen Hyoscyamusblüthen eigenthümlich ist. Die Verbreiterung des Blüthenbodens bewirkt ferner, dass das hintere Karpid immer etwas breiter ist als das vordere.*) Die Karpiden liegen in der Mediane von s^3, desswegen fällt auch die Symmetrale der Blüthen in diese Ebene.

Für den Anfänger ist es immer schwer, die in den Diagrammen mitgetheilte Lage der Symmetrale und die wirklichen Verhältnisse in Übereinstimmung zu bringen. In Wahrheit läuft dieselbe mit den Begleitblättern parallel; dort findet man sie derart gezeichnet, dass sie die Verlängerung des Tragblattes unter ca. 45° schneidet. Die Ursache des Widerspruches liegt darin, dass man die Diagramme nicht in situ zeichnet, d. h. der Stellung der Blüthen in den Borragoiden entsprechend, sondern dass man Trag- und Vorblätter dergestalt transformiert, dass sie rechtwinklig gegen einander divergieren. Ich würde es immerhin für zweckmässig halten, dass man späterhin denjenigen Veränderungen Rechnung trägt, die sich am Borragoide durch die Parallelstellung der Begleitblätter vollziehen.

Wie ich oben auseinander gesetzt habe, liegt der breitere Thiel der Blüthe in Bezug auf die ganze Wickel nach rückwärts, desshalb

*) Der Unterschied in der Grösse ist auch noch sub anthesi bei einiger Aufmerksamkeit nachzuweisen.

ist die Deckung der Corolle absteigend; das unpaare Glied der letzteren befindet sich ebenfalls hinten. Die Lage des unpaaren Blumenblattes ist aber für die Stellung der Blüthe, falls sie zygomorph ist, von Bedeutung: es giebt immer den Mittelzipfel der Unterlippe ab und umgekehrt ist der diametral gegenüber stehende, unpaare Lappen des Kelches das höchste Glied von dessen Oberlippe. Diese Disposition bedingt die Stellung der Blüthe. Bei Hyoscyamus muss sie demnach so gerichtet werden, dass das äusserste Blumenblatt nach unten, die beiden innersten nach oben fallen. Sie kann die Orientierung nur erlangen, wenn sie ein wenig in der Richtung der Symmetrale nach hinten zu überkippt, und in der That sehen wir auch alle Blüthen des Bilsenkrautes nach hinten hin geöffnet, d. h. sie sind von der Spitze des Borragoids weggewendet.

Anders ist die Sache bei Echium, das mit der typischen Entwicklung des Borragoids eine ebenfalls zygomorphe Blüthenform verbindet. Von allen Arten der Gattung zeigte sich das mit sehr grossen Vorblättern versehene E. rosulatum geradezu vorzüglich für das Studium der Furchungen, welche der Blüthenanlage vorausgehen.*) Nach vollkommen aktinomorpher Ausbildung der Blüthe bis zum Fruchtknoten tritt erst diejenige mediane Dehnung ein, welche die Zygomorphie vorbereitet. Die Axe der Streckung verläuft durch das vor s^1 gelegene Staubgefäss. Bei Echium muss eine vielleicht nicht sehr bedeutende Verbreiterung des Blüthenbodens wiederum diesem Staubgefässe gegenüber eintreten, wenigstens spricht der Umstand dafür, dass jenes Blumenblatt, das sich an dem diametral entgegengesetzten Orte befindet, in sehr vielen Fällen eine äussere Stellung hat; die beiden benachbarten übergreifen die beiden letzten, die unter sich unregelmässig decken. Ebenso deutet die beträchtlichere Grösse der Staubgefässe in seiner Nachbarschaft gegen die des unpaaren, gegenüberliegenden auf diese Verbreiterung hin. Ganz constant ist übrigens diese Ästivation nicht, was darauf hinweist, dass die vordere Dehnung in einer zur Symmetrale senkrechten Richtung entweder zuweilen überhaupt nicht auftritt oder nicht den Betrag erreichen kann, dass die Blätter nennenswerth gegen die anderen nach aussen gedrängt werden. Lasse ich die wenig zahlreichen Ausnahmen bei Seite, so wird durch diese Anordnung die Stellung der Blüthe ebenfalls bestimmt. Das äusserste Blumenblatt ist wieder der Mittelzipfel der Unterlippe, das gegenüberliegende Glied des Kelches aber das höchste von dessen Oberlippe. Das erste ist bezüglich des Borragoids

*) K. Schumann in Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft 1889. p. 65. Taf. IV. Fig. 13.

nach vorn gekehrt, demgemäss ist auch die Öffnung der Blüthe nach dieser Richtung, d. h. entgegengesetzt derjenigen von Hyoscyamus gewendet.

Die Lage der Symmetrieebene ist also bei den Solanaceen und Borraginaceen keine zufällige, sie hängt vielmehr ganz gesetzmässig mit der Blüthenform zusammen. Bei zygomorphen Blüthen verläuft sie entweder durch das Staubgefäss, welches unmittelbar vor s^3, oder durch das, welches bei s^4 liegt. Da man die Sepalen zur Ermittelung der Stellung entfernen muss, so kann man die Disposition von Staubgefäss und Kelchblatt nicht mit grösster Genauigkeit feststellen. Sie geht durch Staubgefäss 3 bei allen nach hinten geöffneten, durch Staubgefäss 4 bei allen nach vorn geöffneten Blüthen. Streng genommen kann man auch die übrigen dikarpiden Solanaceenblüthen nicht für vollkommen aktinomorph ansehen, da sie sich ebenfalls nur durch eine Ebene in 2 symmetrische Hälften zerlegen lassen, welche mit der Dehnungsebene zusammenfällt.

Ob die Dehnungsrichtung des Blüthenbodens mit der vorzüglich in gleicher Richtung stattfindenden Wachsthumszunahme des Borragoids im Zusammenhange steht, wage ich vorläufig nicht zu sagen. Es müssen zu diesem Behufe erst weit umfangreichere, genaue Beobachtungen über die Lage der beiden Karpiden an aktinomorphen Blüthen gemacht werden. Denn es wäre zu constatieren, ob auch bei diesen die Symmetrale in der Borragoidseele gefunden wird. Unsere Handbücher geben zwar alle ganz bestimmte Verhältnisse an, indess ist bei der gleichförmigen Ausbildung der Cokken und der nur geringen Ablenkung von der Mediane der Tragblätter diesen Mittheilungen nicht das Mass von Sicherheit eigen, welches wünschenswerth ist. Nur entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen sind im Stande, befriedigende Aufschlüsse zu bringen. Mir selbst stehen aber leider nicht die genügenden Erfahrungen zur Seite.

f. Die Blüthen der Gattung Ranunculus.

Für die Blüthenmorphologie hat diese Gattung desswegen ein grösseres Interesse, weil bei ihr die Wickelbildung zwar auch vorliegt, entgegen aber dem häufigeren Vorkommen der geförderte Spross aus dem unteren und nicht wie sonst aus dem oberen Vorblatte hervortritt. Man hat auf Grund dieser Erfahrung zwei Typen von Wickeln aufgestellt, den der Caryophyllaceen und den der Ranunculaceen. Es sei bemerkt, dass man bis jetzt diejenige Abwandlung der Wickel, welche ich als Borragoid bezeichnet habe, in dem letzten Typus nicht kennt. Hinsichtlich der Lage des ersten Kelchblattes zu

den Vorblättern, die bei den von mir untersuchten Arten beide entwickelt sind, ist ein Unterschied nicht zu constatieren, in beiden Typen befindet sich dasselbe in der Nähe von α und ist gegen das Tragblatt schief gestellt. Nur in sofern herrscht eine Differenz, als es bei den Caryophyllaceenwickeln immer von dem geförderten Sprosse abgewendet und auf die zweitvorhergehende Blüthe zugekehrt ist (Taf. VII, Fig. 17 s^1 in fl^2), während es bei Ranunculus nach dem geförderten Sprosse hin, und somit von der zweitvorhergehenden Blüthe wegfällt (Taf. VII, Fig. 27 s^1 in $fl.$).

Da nun die Vorblätter an den aufeinanderfolgenden Wickelgliedern umsetzen, d. h. einmal zum Tragblatte rechts, zum nächsten aber links orientiert sind, so müssen natürlich die aufeinanderfolgenden Blüthen gegenläufig sein, vorausgesetzt, dass man die Kelchblätter durch eine continuierliche Spirale verbinden kann.

Die wichtigste Frage, welche jetzt untersucht werden muss, ist die, warum stellt sich trotz der Abweichung in der Förderung der Sprossglieder bei der Terminalblüthe das erste Kelchblatt doch in die Nähe von α? Ehe ich genauer auf diesen Punkt eingehe, will ich aber eine allgemeine Betrachtung über die Anreihung der Sepalen an die Begleitblätter bei den Wickeln überhaupt vorausschicken.

Denken wir uns irgend ein beliebiges spirales Blattsystem; aus den Achseln der Blätter sollen Wickeln heraustreten, deren Blüthen mit zwei Begleitblättern versehen sind. Nach der von mir oben bei den Monocotylen über den Anschluss der Blätter an Lateralstrahlen entwickelten Gesetze sind, falls lückenloser Contakt und constante Insertionscurven der Phyllome vorhanden sind, secundäre Störungen also nicht eintreten, zwei Fälle möglich, wie α und β am Achselsprosse gestellt sind: Hat das Unterblatt f^0 über sich als Oberblätter Phyllome, die durch f^1 und f^2, f^3 und f^5, f^8 und f^{13} zu bezeichnen sind, so ist die von α nach β dorsal das Primord umlaufende Verbindungscurve homodrom, sind dagegen die Oberblätter mit den Zeigern f^2 und f^3, f^5 und f^8, f^{13} und f^{21} ... zu versehen, dann ist die Verbindungscurve antidrom mit dem Spiralgange der Blätter an der Hauptaxe. Im ersten Falle liegt bei rechts, d. h. mit dem Gange des Uhrzeigers gleich verlaufender Hauptspirale α das erste Vorblatt links, während das andere rechts gefunden wird; im zweiten ist die Stellung umgekehrt. Bei meinen Untersuchungen über die Contaktbedingungen der Wickel*) habe ich gezeigt, dass die Blätter, welche den geförderten Spross tragen, immer auf das verschiebbare Tragblatt zufallen. Daraus geht hervor, dass bei allen Wickeln gleich-

*) K. Schumann in Sitzungsberichten der Berliner Akademie 1889. p. 567.

gültig, wie sie sich in den Verbindungscurven der Vorblätter zu dem Spiralgange an der Hauptaxe verhalten, die Secundanblüthen mit der Terminalblüthe gegenwendig sein müssen, denn die Verbindungscurven der Vorblätter setzen sich in dem Kelche der Wickelblüthen mit unverändertem Gange fort. Durch einige schematische Figuren wird man sich die Verhältnisse leichter klar machen, als es durch Worte geschehen kann.

Wenn bei dichasialen Inflorescenzen die Stauchung der Axe, die Hauptbedingung für die Entstehung der Wickeln, gewahrt ist, so gilt dieselbe Beobachtung auch für sie, diese Inflorescenzen werden mit dem Namen der Dichasien mit Wickeltendenz belegt. Man kann Sprossverbände mit der regelmässigen Minderung des relativ axoskopen Strahles in vollendeter Regelmässigkeit bei den mit büscheligen Inflorescenzen versehenen Caryophyllaceen, ferner bei Centranthus, bei Fedia cornucopiae, vielen Rubiaceen, aber auch bei Compositen, die einen ähnlichen Modus der Köpfchenausgliederung zeigen, z. B. bei der Gattung Flaveria, studieren. An allen namhaft gemachten Inflorescenzen treten die beiden ersten Seitenstrahlen rechts und links vom Tragblatte auf, der zweite Seitenstrahl fällt nach vorn. In dem Augenblicke aber, wo gestrecktere Axenverbände sich einstellen, hört diese Gesetzmässigkeit auf. Für diese Thatsache bieten wiederum die Caryophyllaceen in ihren, mit lockereren Inflorescenzen begabten Formen (z. B. in der Gattung Silene) ein treffliches Beobachtungsmaterial. Bei ihnen sind Dichasien mit Schraubeltendenz durchaus keine seltene Erscheinung. Schon Rohrbach hat auf diese Thatsache ausführlich hingewiesen, wenn er auch keine ausreichende Begründung derselben zu geben vermochte. Ich erkenne also die Ursache dieser Differenz wie die für die Entstehung von Wickel und Schraubel in dem Druckunterschiede zwischen Tragblatt zu Primordium und Axe zu Primordium. Das leichter verschiebbare Blatt stellt bei gestauchten Sprossverbänden einer umfangreicheren Ausgliederung an seiner Seite eine geringere Schwierigkeit gegenüber, als die, wie ein fester Körper wirkende, nicht um einen Drehpunkt bewegliche Axe.

Was nun vom zweiten Seitenstrahle gilt, hat auch Bezug auf den 3ten, 4ten u. s. f. Im dritten wirkt die Seitenaxe I. Ordnung wie die Hauptaxe für den Seitenstrahl II. Ordnung, β'' fällt wiederum relativ nach aussen, d. h. auf β zu u. s. f., desswegen pendeln die auf einander folgenden β-Blätter abwechselnd in einer Amplitude von c. 90° hin und her. Wenn der α-Strahl sich ebenfalls weiter entwickelt, so gilt von ihm das gleiche, auch hier treten an den successiven Axen die β-Blätter in rechtwinkliger Divergenz immer an den Stellen des relativ

geringeren Druckes. In diesen Relationen liegt die Eigenthümlichkeit, welche die formalen Morphologen mit der Bezeichnung »des Umsetzens der Vorblätter in den aufeinanderfolgenden Axen höherer Ordnung« belegen und zu gleicher Zeit die Antidromie der Blüthen, weil diese regelmässig so anschliessen, dass s^1 auf α schief zugewendet liegt.

Bei Ranunculus arvensis L., den ich hauptsächlich zu meinen Untersuchungen verwandte, ist im Wesen keine erhebliche Veränderung zu finden. Auch er zeigt nämlich den geförderten Spross immer in dem Vorblatte, das relativ nach aussen tritt. Der erste Seitenstrahl aus einem Blatte der Hauptaxe hat seine Vorblätter wieder rechts und links zu diesem orientiert. Nun tritt aus dem phylloskopen Blatte von neuem ein geförderter Spross, aus dem axoskopen ein geminderter hervor. Beide erzeugen zunächst wieder Vorblätter, die denselben Process wiederholen. Man sieht, in der Hinsicht tritt kein Unterschied zu Tage, dass der geförderte Spross immer phylloskop, dem Blatte zugewendet, der geminderte axoskop', nach dem Stengel gerichtet ist. Nur die Bezeichnung beider Blätter, aus deren Achseln die Sprosse hervortreten, ist gewechselt. Bei den Wickeln vom Caryophyllaceentypus führte das phylloskope Blatt die Bezeichnung β, das axoskope den Buchstaben α; in der Gattung Ranunculus dagegen wird das phylloskope als α-, das axoskope als β-Vorblatt betrachtet.

Die Begründung dieses Wechsels in der Bezeichnung entnahmen die Morphologen dem Kelchanschlusse der Blüthe. Dasjenige Vorblatt musste der Gleichförmigkeit halber als α-Bracteole angesehen werden, auf das zu s^1 gelegen war, und dies war in der That jenes, das den geförderten Spross in seiner Achsel barg. Man sollte auch annehmen, dass α tiefer inseriert sei, als β, bei der opponierten Stellung aber ist es nicht wohl thunlich, einen Unterschied in der Ansatzhöhe scharf zu erkennen.

Durch die Umstellung von α und β in der Ranunculaceenwickel wird eine Veränderung in dem Gange der Verbindungscurven nicht herbeigeführt. Denken wir uns z. B. einen Fall, dass α rechts und β links läge, so ist an dem Achselsprosse ersten Grades die Blüthe aus der Achsel von α in die von β verschoben. Indem das Kelchblatt s^1 auf α zu liegt, behält die Blüthe genau ihre alte Stellung, sie setzt die Verbindungscurve von α nach β und nach s^1 in gleicher Richtung fort. Die Vorblätter α' und β', welche in dem links gestellten Blatte α an dem Seitenstrahle zweiter Ordnung auftreten, haben eine solche Disposition, dass α' rechts, also auf D, das Tragblatt des ganzen Systems zu fällt, β' aber axoskop steht. In der Terminalblüthe ging die Curve von links nach rechts, jetzt geht sie

von dem rechtsgelegenen α' nach dem linken β' u. s. f., die Blüthe ist also gegenläufig (Taf. VII, Fig. 27, *fl.*). Diese Deduktion ist offenbar für den Fall richtig, dass in der Stellung des ersten Kelchblattes ein wirklicher Beweis dafür liegt, dass das phylloskope Vorblatt wirklich der Entstehung nach das erste ist; wenn es dagegen später entstände, als das axoskope, dann würde man die ganze Theorie von den Verbindungscurven fallen lassen müssen, es wäre denn, dass man sich durch die formale Annahme einer Verspätung der Anlage aus der bedenklichen Lage zöge.

Was nun die Stellung des s^1 an der Blüthe anbetrifft, so habe ich darauf hingewiesen, dass dieselbe an den pentameren Blüthen der Caryophyllaceenwickel auf eine Druckdifferenz zurückzuführen sei, welche durch das grössere Achselprodukt aus dem β-Blatte bewirkt werde. Wenn es nun Fälle giebt, bei denen unter sonst gleichen Verhältnissen der Spross aus α der grössere ist, so müsste folgerichtig das s^1 auf β zu gelegen sein. Wenn trotzdem das erste Kelchblatt in der Nachbarschaft von α gefunden wird, so ist entweder meine Schlussfolgerung falsch, oder es müssen besondere Abweichungen nachgewiesen werden, welche für die Erhaltung der Stellung eine genügende Erklärung geben.

Ich werde desshalb die Erscheinungen zu prüfen haben, welche sich bei der Ausbildung der Blüthe von Ranunculus feststellen lassen.

Ich habe die Pflanze im Juni untersucht. In der Achsel eines Blattes bildet sich dem Raume zwischen Blatt und Axe entsprechend ein von vorn nach hinten zusammengedrückter, also quergestreckter Vegetationskegel, an dem vielleicht zuweilen ohne Zeitintervall zwei, unter Umständen aber sicher zuerst an der auf das vorhergehende Tragblatt zugewendeten Seite ein Blatt und dann erst an der entgegengesetzten ein zweites auftritt (Taf. VII, Fig. 27, *Sa* und Fig. 26). Beide Blätter liegen also wie gewöhnlich in den Enden der langen Axe der Ellipse, welche den Querschnitt durch den Vegetationskegel darstellt. Bereits in dieser Zeit ist aber von den sonst in der Regel vorliegenden Verhältnissen ein sehr erwähnenswerther Unterschied zu constatieren. Die Blätter liegen zwar unmittelbar an der Insertionsfläche des Primordiums, der Achselgrund aber ist in höchst auffallendem Masse schief, er fällt von der axoskopen Seite nach der phylloskopen ab. Diese Abschüssigkeit in zum Tragblatte transversaler Orientierung bewirkt nun, dass trotz des geförderten Achselproduktes aus α, das Primordium aus β doch einen höheren Contaktkörper darstellt. Nun tritt in dem Blüthenprimordium eine sehr energische Transformation zu einem im Querschnitte kreisförmigen

Körper ein, der beide Vorblätter zu einer starken axoskopen Convergenz bringt. Durch dieselbe wird die Disposition der 3 ersten Kelchblätter wieder derartig bedingt, dass sich zwei in die grössere vordere Lücke stellen, eins aber die kleinere hintere Lücke verschliesst. Das Achselprodukt *Sa* (Taf. VII, Fig. 27) aus α ist für die Entstehung von s^1 kein Hinderniss, denn der vorhandenen Schiefe gemäss steht die Blüthe *fl* höher als sein vorderer deprimierter Theil. In die Lücke, welche zwischen dem Tragblatte der Blüthe, dem Vorblatte derselben und oberhalb des phylloskopen Endes von *Sa* sich bildet, schiebt sich das erste Kelchblatt ein. Das Achselprodukt von β aber, welches noch höher sitzt als *fl*, tritt als ein hemmender Umstand für die Anlage von s^1 nach dieser Seite hin auf.

Die weitere Entwicklung der Blüthen, also die Anlage der simultan auftretenden Petalen, der zahlreichen Staubgefässe und Karpiden hat, nachdem ich ähnliche Verhältnisse oben schon mehrfach betrachtet habe, kein weiteres Interesse und kann füglich übergangen werden.

g. Die Blüthen der Melastomataceen.

Ein interessantes Beispiel, wie durch mechanische Bedingungen der Blüthenbau modificiert werden kann, liefern die Melastomataceen. Ich habe die Entwicklungsgeschichte dieser Blüthen an Tibouchina semidecandra Cogn. (Pleroma macranthum Hook. fil.), sowie an Centradenia floribunda Pl. und rosea Ldl. studiert.

Die Thatsache ist längst bekannt, dass in dieser Familie zahlreiche Gattungen existieren, bei denen es schwer wird zu sagen, ob sie mit einem ober- oder einem unterständigen Fruchtknoten versehen sind. Die Schwierigkeit liegt darin, dass der Fruchtknoten, nicht als ein Axenbecher zu betrachten ist, er ist vielmehr auf dem grössten Theile der Oberfläche in der Kelchröhre*) frei und steht nur durch sehr schmale Längsbalken, welche der Zahl nach gleich derjenigen der Staubgefässe sind, mit ihr in Verbindung. Schneidet man eine solche Blüthe durch, so beobachtet man, dass zwischen der Fruchtknotenwand und dem Kelche Gruben sich befinden, die bis zur Kelchbasis, sich allmählig verjüngend, herabgehen Entweder sitzt der Fruchtknoten in gleicher Höhe mit der Kelchinsertion, es kann aber auch vorkommen, dass sein Grund tiefer liegt als jene. Der Theil des Fruchtknotens, der unter der Kelchinsertion sich befindet, wäre echt

*) Ich nenne denjenigen Körper, auf welchem die Kelchblätter, Krone und Staubgefässe inseriert sind, die Kelchröhre; dies geschieht nur der Kürze halber, ich will damit kein Urtheil über seine morphologische Natur aussprechen.

unterständig, von dem oberen bleibt es zweifelhaft, ob er ebenfalls auf die Strecke, wo er mit dem Kelche zusammenhängt, als unterständig betrachtet werden soll, oder als oberständig und streifenweise mit dem Kelche verwachsen. Die Systematiker entziehen sich in der Regel einem bestimmten Urtheile, indem sie sagen, ovarium calyce inclusum plus minus ei adhaerens.

Die Entwicklungsgeschichte gab folgendes Resultat. Kelch und Krone werden wie gewöhnlich bei aktinomorph-pentameren Blüthen mit 2 vorausgehenden, axoskop convergierenden Vorblättern angelegt. Dann folgen 5 episepale und auf diese 5 epipetale Staubgefässe, mit denen wieder 5 Karpiden wechseln. Ist die Blüthe tetramer, dann treten die Modificationen ein, welche normal decussierte Blüthen erheischen.

Nachdem diese Körper erschienen sind, geht aber ein Process vor sich, welchen ich bei keiner anderen Pflanzengruppe beobachtet habe. Trotzdem, dass die inneren Organe durch den Kelch vollkommen geschützt sind, wachsen die Blumenblätter in ungewöhnlicher Weise heran, legen sich an der Spitze an einander und bringen einen vollkommenen und sehr festen Verschluss zu Wege, der bald dadurch versichert wird, dass sie sich spiral in einander wickeln. Sie bilden ein flach gewölbtes Dach über dem ganzen Innenraume, gegen welches das Ovar oben andrückt, während der Raum zwischen Fruchtknoten und Blumenblättern, von den lückenlos an einander und an das Ovar schliessenden Staubgefässprimordien eingenommen wird. Diese Körper können sich nach oben hin nicht entwickeln. Jetzt beginnt, wie man an der Verlängerung von Fruchtknoten und Kelchtubus sieht, eine Dehnung in den letzteren, wodurch der Raum zwischen der Insertion der Staubgefässe und der Basis des Kelchbechers vergrössert wird. In dem Masse als dieselbe stattfindet, nehmen die Staubgefässe an Grösse zu, da sie aber nicht nach oben hin sich vergrössern können, weil sie durch das Dach der Blumenkrone daran gehindert sind, so wachsen sie (ohne dass eine Wendung stattfindet) nach unten und füllen immer den Raum zwischen dem Ovar, das ebenfalls stets das Dach oben berührt, also im Wachsthume mit der Dehnung des Kelchtubus gleichen Schritt hält, und dem Kelchrohre lückenlos aus.

Von den Verbindungsbalken zwischen Ovar und Kelch ist im Anfange dieser Ausbildung nichts zu sehen, diese treten erst etwas später auf, indem radiale Zellstreifen, welche sich zwischen den Stellen, wo die Staubgefässspitzen den Boden berühren, erhoben haben, in die interkalare Dehnung, durch welche Kelch und Ovar gleichmässig sich verlängern, hineingezogen werden. Auf diese Weise werden die

letzten beiden an einander gefesselt. Die Staubgefässe nehmen an Länge fortgesetzt nach demselben Masse zu, mit welchem Kelch und Ovar einen Zuwachs erfahren, so dass sie dauernd den Grund des Kelches berühren und die Gruben, welche durch die Verbindungsbalken entstanden sind, ausfüllen.

Tritt unterhalb der Kelchinsertion im Ovarium auch noch eine Dehnung hinzu, so entsteht der echt unterständige Fruchtknoten auf längere oder kürzere Ausdehnung; die verschiedenen Gattungen der Familie liefern in dieser Hinsicht alle denkbaren Varianten. Die Wachsthumsprocesse, welche die Blüthe in radialer Richtung erfährt, bedingen einen verschiedenen Durchmesser in verschiedenen Querschnittshöhen des Kelches, und da die so gebildeten Grubenräume immer wieder von den Antheren voll ausgefüllt werden, so sind diese Vorgänge massgebend für die eigenthümliche Form derselben. Gewöhnlich ein wenig unterhalb der Insertionsstelle am breitesten, verjüngen sie sich dem abnehmenden Querschnitte des Kelches entsprechend nach unten zu, bis sie endlich in eine dünne Spitze auslaufen. Bei denjenigen Melastomataceen, welche eine erhebliche Dehnung der Kelchröhre nicht erfahren, bleiben die Staubgefässe sehr kurz; sie zeigen von den Gruben zuweilen noch schwache Andeutungen, die bei der Gattung Centradenia vielleicht noch erkennbar sind, bei anderen Gattungen aber wie Memecylon ganz verschwinden; dasselbe gilt von Astronia, Kibessia, Blakea u. s. w. Bei diesen wird auch durch interkalare Dehnung unterhalb der Kelchinsertion für die Vergrösserung des Ovars Sorge getragen, desshalb ist der Fruchtknoten ganz allgemein vollkommen unterständig.

Bei anderen Gattungen mit unterständigem Fruchtknoten wie bei Maieta, Sonerilla, Medinilla etc. findet eine Dehnung der Kelchröhre ebenfalls statt, da aber der Fruchtknoten die Insertionshöhe des Kelches nicht überragt, so kann er auch nicht mit der Kelchwand durch Gewebebalken in Verbindung gesetzt werden. Für die Entwicklung der Staubgefässe, was ihre Grössenzunahme und Wachsthumsrichtung anbetrifft, sind die Bedingungen nicht geändert und so entstehen auch bei diesen spindelförmige Gestalten von der Form, welche Pleroma, Melastoma und andere bieten.

Die eigenthümlichen Sporne und Höcker an der Verbindungsstelle von Anthere und Filament treten erst dann auf, wenn wieder durch Hebung der Blumenkrone Raum für sie geschaffen wird. Diese sehr bemerkenswerthen Verhältnisse, welche zur Abgrenzung der Gattungen von erheblichem Nutzen sind, genauer zu verfolgen, muss dem Detailstudium überlassen bleiben. Mir kommt es an dieser Stelle nur darauf an zu zeigen, dass die im Gewächsreiche ganz vereinzelt

dastehende Form der Antheren-Bildung und die Entstehung der Gruben sich ursächlich durch den Druck erklären lassen, welchen der enge Verschluss der Blumenblätter auf alle im Innenraume der Blüthe gelegenen Organe ausübt.

h. Die Blüthen der Gattung Polygonum.

Wir besitzen in der freien Natur eine grosse Anzahl von Arten der Gattung, welche vom Mai bis tief in den Spätherbst hinein reichlich blühen und fortdauernd alle Stadien der Blüthenentwicklung zeigen, vorausgesetzt, dass keine vorzeitigen starken Nachtfröste eintreten, welche die Pflanzen vernichten. Ausserdem werden in den botanischen Gärten sehr viele Arten cultiviert, die zum Theil ein besonders empfehlenswerthes Material für das Studium gewähren. Von manchen der letzteren wie z. B. Polygonum orientale L. und tinctorium Lour. möchte ich rathen, die Untersuchung nicht bis in die spätere Jahreszeit aufzuschieben, da bei ihnen dann zwar noch regelmässige Anlagen der Organe im ersten und zweiten Cyklus beobachtet werden, die weitere Ausbildung des zweiten wird aber, wahrscheinlich wegen der ungenügenden Wärme, nicht mehr gleichförmig inne gehalten: Störungen mannigfacher Art sind die Folgen, die daraus nothwendiger Weise erwachsen müssen.

Auf Polygonum bistorta L. will ich desswegen die Aufmerksamkeit lenken, weil diese Pflanze für den Winter ein bequemes Untersuchungsobjekt ist. Es ist bekannt, dass sie im Herbste oder Spätsommer zum zweiten Male blüht. Wenn auch nicht so reichliche, wie zur ersten Blüthenperiode, entfaltet sie doch immerhin einige Inflorescenzsprosse; der grössere Theil derselben wird durch Frost zerstört; zwischen den abgewelkten Stengeln findet man dann etwa kleinfingerlange Triebe, die sich durch die rothe Farbe ihrer Scheidenblätter bemerklich machen. Aus der Umhüllung derselben kann man leicht die etwa 1 cm messenden Inflorescenzen frei legen, welche alle Zustände der Blüthenentwicklung bieten.

Ich habe folgende Arten der Gattung untersucht: Polygonum tinctorium, orientale, bistorta, fagopyrum, Tataricum und rotundatum. Die letzten drei gehören in die mit gutem Rechte wegen der Beschaffenheit des Keimlings abgetrennte Gattung Fagopyrum. Bezüglich der Blüthenentwicklung schliesst sich die letztere aber vollkommen an jene an. Der folgenden Schilderung habe ich besonders Polygonum bistorta zu Grunde gelegt, wenn ich für die bildliche Darstellung Präparate von anderen Arten gewählt habe, so erkennt man dies aus der Figurenerklärung.

Die Untersuchung ist durchaus nicht leicht; die Schwierigkeiten hängen nicht sowohl von der Kleinheit der zu behandelnden Objekte ab (das Primordium zur Zeit der Ausgliederung der ersten Kelchblätter ist noch nicht 0,2 mm breit), sondern sind in der geringen Erhebung der ersten Anlagen aus dem Primord begründet. Unbedingt nothwendig ist ferner, dass man die Prüfung ohne jede theoretische Beeinflussung rein objektiv vornimmt, denn bei der erwähnten geringen Sonderung wird man zu leicht verführt, das zu sehen, was man wünscht oder was theoretisch nahe gelegt wird. Die Entwicklung der Inflorescenz geschieht folgendermassen: In der Achsel eines der an der Inflorescenzaxe befestigten Tragblätter erhebt sich ein zuerst ziemlich stark von vorn nach hinten zusammengedrückter Vegetationskegel, welcher wenigstens in der Mitte des Blüthenstandes mit grosser Regelmässigkeit immer an derselben Seite ein Blatt entwickelt, dem auf der anderen ein zweites folgt. Aus der Achsel des ersteren, das den Vegetationskegel bald nach der Entstehung umwächst und scheidig umfasst, spriesst ein neuer Körper hervor, welcher ebenfalls, dem Raume zwischen Blatt und Hauptprimord entsprechend, stark zusammengedrückt ist und quer zum ersten gestellt ist (Taf. VII, Fig. 28, *v*, in der Achsel von β). Beide Organe liefern Blüthen. In der Regel wird aus dem zweiten Blatte des Hauptprimordiums das erste Kelchblatt der Primanblüthe (*fl*, das Blatt rechts). Nur in seltenen Fällen beobachtete ich, dass auch in seiner Achsel ein Blüthenprimordium hervorgebracht wird. Liegt diese Ausbildung vor, so stellt der Spross den Anfang eines Dichasiums dar. Gewöhnlich gehört die Inflorescenz von Anfang an zu den Monochasien, das erste Blatt am Hauptprimord ist das Tragblatt eines Sprosses II. Ordnung. Da nun bei einer Blüthe, welche dieses Tragblatt links gelegen hat, das aus der Achsel hervortretende Primordium sein erstes Blatt nach aussen oder phylloskop stellen muss, so liegt das erste Blatt an dem Sprosse II. Ordnung rechts. Diese Abwechslung leitet die successive Umstellung der Phyllome ein, die das charakteristische Merkmal der Wickel ist, und in der That ordnet sich die Inflorescenz diesem Typus ein.

Bald nach seiner Entstehung verändert das Blüthenprimord seine Oberflächenform. Es verbreitert sich in der Mediane seines Tragblattes, wenn auch nicht sehr erheblich, so dass es wie ein Meniscus oder ein sehr schmales Kreissegment, ein wenig polsterförmig gewölbt, aus der Umhüllung des Tragblattes hervorsieht (Taf. VII, Fig. 28 *v* und 31 *v*). Die Axe nächst niedrigen Grades, welche bald zu einer Blüthe sich entwickeln wird, streckt sich mittlerweile ebenfalls in der Richtung ihres Tragblattes. Da nun das jüngste Primord an jenes gefesselt ist, so muss es den Wachsthumsprocess mitmachen, wenn

nicht eine Störung des Verbandes herbeigeführt werden soll. Diese Dehnung bewirkt an dem jüngsten Primord die Vergrösserung in transversaler Richtung zum Tragblatte. Der letzte Körper ist also in seinen grössten Dimensionen von der Wachsthumszunahme des vorletzten abhängig. Was von diesen beiden gilt, hat auch Bezug auf die Grössenverhältnisse zwischen dem vorletzten und drittletzten Gebilde u. s. f. Also auch hier stehen die Grössen in einer bestimmten Abhängigkeit zu einander. Das vorletzte Primord erhebt sich jetzt über die letzte Anlage und legt in der langen Axe des fast elliptischen Körpers das dem ersten gegenüber gelegene zweite Kelchblatt an (Taf. VII, Fig. 29 s^2 und s^1).

Nachdem diese beiden Blätter erschienen sind, hebt sich das Primordium auf der Rückseite in die Höhe und wird nach vorn, d. h. auf sein eigenes Tragblatt zu, steil abschüssig. Die Sepalen*), die bis jetzt erschienen sind, vergrössern sich dergestalt, dass sie nach und nach das Primord vorn und hinten an der Basis umfassen. Löst man jetzt ein solches Blüthchen sehr vorsichtig von der vorhergehenden Blüthe ab und betrachtet es von der Rückenseite, so sieht man zunächst, dass die obere Kante sich weit über die Sepalen gehoben hat und dass es an der Spitze 3 Läppchen zeigt (Taf. VII, Fig. 30 *st* und st^1). Zwischen den Kelchblättern s^1 und s^2 hat sich ferner eine kleine Hervorragung gebildet s^3. Dreht man das Präparat um, so erkennt man wiederum deutlich den auf der obersten Firste stehenden Mittellappen *st* und ihm zur Seite die beiden anderen, welche oberhalb der Sepalen s^1 und s^2 gelegen sind. Zwischen den Seitenlappen und dem Mittelkörper bemerkt man den Anfang zweier sehr seichter Furchungen, die man fast bis an jene Stelle verfolgen kann, wo die Sepalen die Frontalseite des Primordiums berühren (Taf. VII, Fig. 29). Vorn sind vorläufig an dem Blüthchen noch keine Blätter vorhanden. Das nächste Stadium wird an der Vorderansicht durch Taf. VII, Fig. 31 wiedergegeben. Der Mittelkörper *st* auf der Firste ist sich im Wesen gleich geblieben; an Stelle der beiden, durch die seichten Furchen abgetrennten Wülste vor s^1 und s^2 sehen wir jetzt 2 Kalotten st^1, st^1, an der Vorderseite des Vegetationskegels aber ist ein Blatt erschienen, vor dem eine ganz schwache Furche soeben einen transversal gestreckten Wulst abgeschnitten hat. Den darauf folgenden Zustand stellt Taf. VIII, Fig. 1 dar. Die ursprüngliche Zahl der Kalotten ist wieder vermehrt, indem sich zu den 5 früheren drei neue gesellt haben.

*) Ich nenne jetzt und im folgenden die Glieder der Blüthenhülle Kelchblätter; diese Bezeichnung soll kein Urtheil darüber sein, ob sie der »Werthigkeit« nach solchen entsprechen, es geschieht nur der bequemen Ausdrucksweise halber.

Ein paar derselben ist durch Furchung aus dem zuletzt erwähnten Wulste entstanden (die beiden Kalotten oberhalb s^4), die dritte ist eine Neubildung, welche sich in ähnlicher Weise wie die vorige durch eine sanfte Depression vom Vegetationskegel ausschied. Zugleich mit dem letzten Körper ist unter ihm ein weiteres Blatt s^5 erschienen. Ich habe zu Taf. VIII, Fig. 1 noch einige Erläuterungen zu geben. Vergleicht man das Bild mit dem, welches die vorhergehende Figur bietet, so bemerkt man, dass das eine das Spiegelbild des anderen ist, s^4 und s^5 sind gegen einander der Lage nach vertauscht. Beide Blüthen verhalten sich genau in der Art, wie zwei unter sich antidrome Wickelblüthen. Von dem Kalottenpaare vor s^2 sieht man das eine Element allein deutlich, das andere ist nur zu einem kleinen Theile zwischen dem Mittellappen *st* und seinem Genossen bemerkbar.

Die Feststellung dieser Vorgänge bietet recht erhebliche Schwierigkeiten und erfordert viel Geduld.

Die Entstehungsfolge geht sehr schnell vor sich und besonders die Bilder, welche über die Ausgliederung der letzten beiden Organe Aufklärung verschaffen, sind nicht häufig. Welche morphologische Bedeutung den einzelnen dieser Glieder zukommt, kann nach den vorliegenden Beobachtungen nicht zweifelhaft sein. Das Zipfelchen s^3, welches zuerst nach den s^1 und s^2, vielleicht gleichzeitig mit dem mittleren Lappen auf der Firste, erscheint, ist das median hinten stehende Kelchblatt. Über ihm erhebt sich superponiert das etwas nach vorn gerückte Primordium eines Staubgefässes, eben jener Mittellappen *st*. Die von seiner Basis jederseits ausgehenden seichten Furchen schneiden jene Wülste heraus, die, vor den Kelchblättern s^1 und s^2 gelegen, als Grundlage für je zwei Staubgefässe dienen. Das dann auftretende Blatt ist das grössere der vorderen Kelchblätter s^4. Der Wulst, der vor ihm liegt, bringt ebenfalls 2 Staubgefässe hervor. Das letzte Blatt s^5 mit seinem Staubgefässe ist das 2te vordere Kelchblatt.

Von diesen Staubgefässen haben bei P. fagopyrum, Tataricum, rotundatum, bistorta und theilweise bei P. tinctorium 3 eine höhere Insertion bezüglich des Vegetationskegelcentrums, nämlich das Staubgefäss vor dem median hinteren Kelchblatte s^3, das vor dem letzten s^5 und jenes von dem Paare vor dem vorletzten s^3, welches an das Paar vor s^1 anstösst (Taf. VIII, Fig. 2). Diese drei Körper dienen als Contaktorgane, zwischen die sich das Blüthencentrum in dem Momente zieht, als es sich anschickt, die Anlage der Karpiden einzuleiten. In den Ecken des so bestimmten dreilappigen Gebildes entstehen die Fruchtblätter, so dass man die Lage derselben als mechanisch begründet betrachten muss.

Diejenigen Formen von Polygonum tinctorium, welche durch 2 Karpiden ausgezeichnet sind, ebenso wie P. orientale, das stets einen dimeren Fruchtknoten hat, bringen zwar noch ein fünftes Kelchblatt mit dem davor stehenden Staubgefässe hervor, dieses ist aber viel weniger hoch inseriert. Die Ursache der tieferen Stellung fand ich darin, dass vor dem Kelchblatt s^4 sich nur eine Kalotte entwickelt hatte; indem die andere nicht vorhanden war, konnte das letzte Staubgefäss einen weniger hohen Platz am Blüthencentrum finden. Wenn nun der dritte Contaktkörper wegfällt, gewinnt der Blüthenscheitel jene transversal gedehnte, elliptische Form, die wir stets bei der Anlage paarig gegenüber gestellter Blätter beobachteten; ihr entsprechend stellen sich die beiden Karpiden in die Endpunkte der langen Axe.

Polygonum tinctorium zeigte mir eine noch weitergehende Reduktion der Blüthenanlage in mehreren Beispielen. Zuweilen unterbleibt nicht allein die Entstehung des zweiten Staubgefässes vor s^4, sondern auch die des letzten Kelchblattes. Die Blüthe ist dann transversal decussiert gebaut, d. h. das erste der sich etwas schiefwinklig kreuzenden Blattpaare s^1—s^2 liegt quer zum Tragblatte, das zweite Paar median.

Solche Blüthen besassen nur 6 Staubgefässe, nämlich die 2 Paare vor s^1 und s^2, das hintere mediane und ein vorderes medianes. Der quergerichteten Dehnung des Blüthengipfels entsprechend lag auch bei ihnen ein dimerer, transversal gestellter Fruchtknoten vor. Diese Blüthen sind völlig im Bau übereinstimmend mit denen von Oxyria digyna Campdera, soweit ich die letzteren aus der Betrachtung jüngerer Knospen an trocknem Materiale beurtheilen kann. Das äusserste Mass der Reduktion bietet Polygonum diospyrifolium Ch. et Schl., dessen Blüthen gerade so wie die von Oxyria gebaut sind, nur unterbleibt die Ausbildung der medianen Staubgefässe völlig.

Mit dieser Entwicklungsreihe ist die Zahl der Varianten bei den Polygonaceen durchaus nicht abgeschlossen; abgesehen von den bei Rumex und Rheum vorkommenden Verhältnissen treffen wir in der Hauptgattung der Polygonaceen noch manche anderen Zahlen im Androeceum (z. B. bei P. lapathifolium L. und amphibium L.); ich habe diese Eigenthümlichkeiten, welche noch mit einer bemerkenswerthen Inconstanz behaftet sind, vorläufig nicht weiter verfolgt.

Die Beschreibung der Entwicklungsgeschichte der Blüthe von Polygonum und Fagopyrum stimmt weder mit derjenigen, die Payer*) uns mitgetheilt hat, überein, noch lässt sich mit ihr die theoretische

*) Payer's Organogénie de la fleur t. 64.

Deutung, welche die Morphologen bisher von ihr gegeben haben, in Einklang bringen. In den PAYER'schen Figuren müssen, wenn schon ich die von ihm besonders behandelte Art, nämlich Polygonum cymosum Desf. nicht untersucht habe, einige offenbare Irrthümer untergelaufen sein. Die erste Ausgliederung der Kelchblätter s^1 u. s^2 stellt er genau dar, wie ich sie gesehen und beschrieben habe. Nur meint er, dass jedem Primordium zwei Vorblätter vorausgehen. Gewiss habe ich dann, wenn der Blüthenstand, was sehr selten vorkommt, rein dichasial ist, ebenfalls zwei derselben vorgefunden; sobald aber seine Wickeln sich ausbilden, habe ich stets nur eins derselben wahrgenommen. Ich habe niemals gesehen, dass jenes einer Badewanne ähnliche Gebilde, welches die Sepalen anlegende Blüthe und das neue Primordium umschliesst, aus zwei einander gegenüberliegenden Blattausgliederungen entsteht; ich habe auch nach PAYER's Zeichnungen nicht die sichere Überzeugung, dass die Ausbildung bei P. cymosum anders sein müsste, indess will ich doch nicht unbedingt in Abrede stellen, dass sie es nicht sein könnte. Unter diesen Umständen ist aber die regelmässige Verschmelzung der beiden Vorblätter sehr überraschend und mit meinen Erfahrungen über die Blüthenentwicklung durchaus nicht übereinstimmend: denn in den Fällen, wo ich, wie oben erwähnt, zwei wirkliche Vorblätter ausgebildet fand, waren sie beide getrennt und umgriffen jedes für sich scheidig die Blüthe.

Wenn ich aus meinen zahlreichen Untersuchungen an mehreren Arten auf die gleiche Entwicklungsfolge der folgenden Kelchblätter von P. cymosum schliessen darf, so ist die PAYER'sche Darstellung nicht richtig. Die Entstehung des hinteren medianen Kelchblattes, das ich mit s^3 bezeichnen muss, ist ihm ganz gewiss entgangen. Das Organ, welches er an dieser Stelle, in den Fig. 8 und 9 darstellt, ist ganz bestimmt das über ihm liegende Staubgefäss. Besonders in Fig. 8 ist es so charakteristisch wiedergegeben, dass mir über diese Blüthe absolut kein Zweifel bleibt. PAYER ist bei dieser Blüthe in denselben Irrthum verfallen, der ihm schon früher von mehreren Autoren nachgewiesen worden ist, dass er die sehr kleinen Organe der Blüthenhüllen übersehen und Staubgefässprimordien für Glieder der letzteren genommen hat. In vorliegendem Falle ist dies um so verzeihlicher, als in der That das apikale Staubgefäss eine etwas breitere und flachere Form hat, als gewöhnlich die Kalotten zu bieten pflegen. Besonders bei durchfallendem Lichte kann man sehr leicht in einen Irrthum geführt werden.

Ich habe keinen Grund zu der Annahme, dass die von PAYER mitgetheilte Anlagefolge der Staubgefässe richtig sei, die von meinen Beobachtungen so vollkommen verschieden ist. Ich möchte vielmehr

glauben, dass er, durch dessen Buch sich die Vorstellung von der Spiralfolge wie ein rother Faden zieht, von diesem Gedanken verleitet, die Erscheinungen nicht in der Weise gesehen hat, in welcher sie sich abspielen. Indess wäre es doch nothwendig, die Pflanze nochmals nachzuuntersuchen. Jedenfalls aber können seine Angaben nicht mehr wie bisher als der Typus der Entwicklung betrachtet werden.

Gehe ich nunmehr zu der theoretischen Deutung der Blüthe von Polygonum über, wie sie zuerst von WYDLER gegeben und von EICHLER*) nur unwesentlich modificiert wiederholt wurde, so muss ich zunächst hervorheben, dass durch die diagrammatisch nothwendig scheinenden Correkturen des wickeligen Verbandes die entwicklungsgeschichtlich gewonnenen, so klaren Dispositionen vollkommen verdunkelt worden sind. Man hat hier, um die Verhältnisse auf den vermeintlich normalen Schematismus zurückzubringen, »die in Folge des Wickelzickzacks etwas verschobene Perigonstellung« so unglücklich zurückrevidiert, dass man nur mit Mühe aus dem Diagramme die wirkliche Sachlage herauszulesen im Stande ist.

Was die von EICHLER vorausgesetzte, auf PAYER's Organogénie begründete Annahme von zwei Vorblättern anbetrifft, so kann ich derselben nicht zustimmen. Die Meinung, dass der »Vorblattsack« aus zwei Componenten gebildet wäre, ist um so befremdlicher, als die Ochreasäcke mit Ausnahme der meisten Eriogoneen der ganzen Familie zukommen.

Um die der natürlichen Lage der Blüthe entsprechende Stellung derselben im Diagramme*) wieder herzustellen, ist es nothwendig, die Hauptblüthe so zu drehen, dass sie genau nach hinten mit der Breitseite orientiert ist. Die Betrachtung einer noch nicht aufgeblühten Specialinflorescenz genügt, um die Richtigkeit dieser Disposition zu erfahren. Die Blätter s^1 und s^2 stehen nach hinten, s^4, welches dem s^3 in den Diagrammen entspricht, schief vorn auf s^1 zu. Freilich werden die formalen Morphologen strengster Observanz dieser Forderung, obschon sie mit den natürlichen Wahrnehmungen zusammentrifft, nicht beipflichten, denn nun lässt sich die Blüthe, deren erste Kelchblätter die Lage zweier Vorblätter mit axoskoper Convergenz besitzen, in die gewöhnliche Ordnung der Dinge nicht einreihen. Lieber aber wird man die gewünschten Correkturen vollziehen, dergestalt, dass nun die Kelchstellung ungefähr durch $\frac{3}{2}$ ausgedrückt wird, mag sie auch noch so wenig reell zu begründen sein, als dass

*) EICHLER Blüthendiagramme II. 76. Fig. 31 *B*.

man sich entschlösse, die Vorstellung von dem Spiralanschlusse aufzugeben.

Die Deckung der Blüthe ist zwar in fertigem Zustande der von dem Diagramme mitgetheilten Blüthendisposition conform, wenn auch die Blüthe noch zu erkennen giebt, dass ein im Querschnitte kreisförmiger Blüthenboden, wie ihn die Spirale mit der quincuncialen Divergenz erfordert, nicht vorliegt. Man hat wohl versucht, dieser Beobachtung einigermassen Rechnung zu tragen (z. B. bei Eichler in der citierten Figur), in den meisten Fällen aber hat man doch die Kelchdisposition wieder auf die gewöhnliche Projection mit kreisförmigem Umrisse zurückgeführt. Die wirklich vor sich gehenden Processe in der Anlage können aber an der Knospe durch die Deckung der Sepalen nicht ermittelt werden, namentlich bleibt die Entstehung des median hinteren Kelchblattes vor dem grösseren vorderen vollkommen verborgen, denn an der Deckung wird nichts geändert, mag das eine oder andere früher hervortreten.

Eichler hat in den Blüthendiagrammen die Meinung vertreten, dass die Blüthen der Polygonaceen nach demselben Plane gebaut sind, wie das »Gros der Monocotylen, bald 3- bald 2-zählig, oft auch in Vermittlung von Drei- und Zweizahl nach $^2/_5$«. In dieser Allgemeinheit ist der These nicht beizupflichten. Über die Entwicklungsgeschichte der Gattungen Rumex und Rheum stehen mir leider eigene Beobachtungen*) nicht zur Verfügung und die von Payer mitgetheilten Figuren**) geben von den ersten Anfängen keine sichere Vorstellung, diese beiden Gattungen müssen also bezüglich der Anlage ihrer Wickeln von neuem untersucht werden. Zu den Vorgängen, welche ich in der Ontogenese von Polygonum beobachtet habe, wüsste ich von den Monocotylen kein Analogon anzuführen, die Pentamerie des Kelches kennzeichnet vielmehr die Gattung dem Baue nach als eine echte dicotyle Gruppe. Die Vorstellung, welche Eichler***) hatte, dass die Kelche nach $^2/_5$-Spirale eine Mittelstellung

*) Vor Kurzem habe ich noch Gelegenheit gehabt, Rheum emodi Wall. auf seine Blüthenentwicklung hin zu prüfen, und fand, dass die Blüthen aus einem elliptisch gedehnten Vegetationskegel durch Furchung in einer ähnlichen Weise entstehen, wie ich bei Richardsonia Brasiliensis gezeigt habe. Begleitblätter werden dabei nicht erzeugt. Das erste Blatt fällt zwischen die Scheide, welche die Inflorescenz umhüllt und die vorhergehende Blüthe nach hinten zu, an die Stelle also, an welcher in dem Systeme das Druckminimum liegen muss; das zweite Blatt stellt sich zwischen die vorhergehende und folgende Blüthe, das dritte befindet sich in der Lücke, welche zwischen der Scheide und dem jüngsten Vegetationskegel entstehen müsste.

**) Payer Organogénie de la fleur t. 65.

***) Eichler Blüthendiagramme II. 14.

zwischen zwei- und dreigliedrigen Quirlen einnehmen, hat er später selbst zurückgezogen und sie ist meiner Ansicht nach auch »gleichnissweise« durchaus nicht aufrecht zu erhalten.

Die Polygonaceenblüthe schliesst sich überhaupt dem spiralen Typus nicht an, alle Versuche, dieselbe im Kelche auf eine quincunciale Spirale genetisch zurückzuführen, scheitern an der einzigen Thatsache bereits, dass die Blüthe sich absteigend entwickelt. Die Ausbildung kommt, wie wir sehen werden, in vielen Hinsichten mit derjenigen der zygomorphen Blüthen überein, namentlich theilt sie mit jenen die Eigenthümlichkeit, dass der Vegetationskegel durch ein einseitig gefördertes Wachsthum abschüssig wird. Da nun in fast allen zygomorphen Blüthen die ersten Organe nach der Herstellung der schiefen Ebene auf der Firste derselben erscheinen, so glaube ich keinen Fehlschluss zu machen, wenn ich die Anlage der ersten Glieder mit dieser einseitigen Wachsthumsförderung in causalen Zusammenhang setze. Bei Polygonum sind wir nun im Stande, die Bildung der schiefen Ebene auf den Druck des dicht anliegenden Tragblattes des ganzen Blüthenstandes und auf das Wachsthum der vorausgehenden Blüthe zurückzuführen. Nur indem der Vegetationskegel diese Gestalt annimmt, wird die Nische zwischen diesem, der nächsten Blüthe und dem Tragblatte ausgefüllt. Auf der Oberkante entsteht zuerst das mittlere Staubgefässprimordium zwischen s^1 und s^2, ein wenig vorher bildet sich die geringe Erhebung aus, welche die zwischen den heranwachsenden Kelchblättern s^1 und s^2 und der vorhergehenden Blüthe bestehende Lücke ausfüllt, und die das dritte Kelchblatt darstellt.

Das erste Staubgefässprimordium findet, da es wegen der tiefen Insertion von s^3 völlig ausser Contakt mit jenem steht, seinen besten Platz zwischen s^1 und s^2 auf der Firste des abschüssigen Blüthenkörpers. Wenn nun neue Bildungen auftreten, so müssen diese in symmetrischer Form, wie bei allen zygomorphen Anlagen, absteigend erscheinen. Da sie sich lückenlos an das erste Gebilde anschliessen, so wird ihre Lage vor den Kelchblättern s^1 und s^2 nothwendig. Die Ausdehnung der Neubildungen ist von dem Orte bedingt, an welchem die Basen der Kelchblätter das Primordium berühren. Ob nun die Frontalseite des Primordiums von einem einzigen Blatte umgürtet wird, oder ob noch ein zweites auftritt, hängt von der Grösse derselben ab. Lässt das 4. Kelchblatt noch eine Lücke zwischen sich und s^2, so tritt ein fünftes auf, wenn es dagegen den Raum zwischen s^1 und s^2 vollkommen ausfüllt, wie ich bei gewissen Blüthen von Polygonum tinctorium beobachtete, so erscheint kein Blatt mehr, weil kein Platz für dasselbe frei ist.

Durch das über s^3 zuerst auftretende Staubgefässprimordium scheint also die Disposition der übrigen vor ihren Sepalen bestimmt zu werden, und wenn auch der Entwicklungsgang im Einzelnen ziemlich abweicht, so kommt doch, wie ich oben schon andeutete, die Ausbildung der Blüthen von Stellaria media mit der von Polygonum in sehr wesentlichen Punkten überein. Diese Superposition ist für die bisherige Morphologie ein Stein des Anstosses gewesen, und sie hat ihn durch die Annahme einer dicyklischen Natur der Kelche nach Art des Monocotylenperigons zu beseitigen gesucht. Da ich nun die Analogie zwischen der pentameren Polygonumblüthe und jener nicht anzuerkennen vermag, so kann ich auch dieser Deutung, die der Entwicklung vollkommen widerspricht, nicht beipflichten. Der Bau des Androeceums lässt sich vielmehr ebenfalls nicht spiralig umdeuten.

Bezüglich des von den Morphologen angenommenen Dedoublements der Staubgefässe vor Kelchblatt s^1 und s^2 kann man sich zustimmend verhalten. Der ursprünglich einfache gedehnte Wulst theilt sich in zwei Sonderkalotten. Das gleiche gilt aber bei den octandrischen Arten auch ganz sicher von dem Wulste vor s^4 (resp. s^3 in den Diagrammen). Die Theilprodukte wurden aber bisher anders gedeutet, man meinte, dass das kleinere von ihnen ein mit s^4 und s^5 alternierendes, zum äusseren Cyklusse gehöriges Staubgefäss sei, während das zweite dem inneren Kreise angehöre und mit dem vor s^1 befindlichen Paare, so wie mit dem eben erwähnten Staubgefässe alterniere. Der Genesis zufolge ist diese Interpretation nicht richtig.

Dass dieses Dedoublement stattfindet, hängt wahrscheinlich mit ähnlichen Verhältnissen zusammen, welche ich bei den Capparidaceen besprochen habe. An jedem Vegetationskegel existiert eine inactive Zone, die zu Neubildungen nicht befähigt ist. Der Raum zwischen den letzten Anlagen und dieser Zone bestimmt den Durchmesser, welchen die Höcker der Neuanlagen im Maximum haben können. Da diese Körper stets in der Insertionsfläche kreisförmig umschrieben sind, so wird die Zahl der endlich erscheinenden Körper durch den Quotienten bestimmt, welchen man erhält, wenn der Raum vor dem Blatte, hier also die Länge der Wülste vor s^1, s^2 und s^4 durch diesen Durchmesser dividiert wird. Ist dieser Quotient kleiner als 2, so wird nur eine einzige Kalotte erscheinen, ist er gleich 2, so treten Doppelanlagen hervor.

Eine Besonderheit des Androeceums von Polygonum ist noch mit einigen Worten zu berücksichtigen, die Thatsache nämlich, dass die inneren Antheren extrors, die äusseren intrors sind. Im jugendlichen Zustande der Blüthen stehen die Schlitze, mit welchen die

Antheren aufspringen, alle gleichgerichtet. Wie gewöhnlich folgen die Staubgefässprimordien der allseitigen Vergrösserung der Blüthe, sie verbreitern sich transversal und werden dann in ähnlicher Weise durch eine in der Richtung senkrecht zur grossen Axe gelegene Furchung in zwei Theile zerlegt, wie ich dies für die Wülste vor s^1, s^2 und s^4 nachgewiesen habe. An den Flanken bilden sich dann die Längsfurchen, welche die Orte bezeichnen, an denen die Schlitze entstehen. Später erfolgt eine entweder vorn oder hinten am Staubgefässe sich vollziehende Wachsthumszunahme, so dass der Querschnitt durch die Anthere ungefähr ein Paralleltrapez darstellt. Liegt die erhöhte Wachsthumsenergie auf der Seite, welche nach den Sepalen zu gewendet ist, so werden die Schlitze nach innen verschoben, umgekehrt treten bei denen, deren erhöhte Wachsthumsenergie nach dem Centrum zu liegt, die Schlitze nach aussen. Für die 5 äusseren Staubgefässe bietet die Fläche der Sepalen einen besseren Raum zur Vergrösserung, für die drei inneren aber die Karpidfläche einen ebensolchen. An diesen Stellen liegt in beiden Fällen die grösste Seite des Paralleltrapezes, während sich die beiden convergierenden Seiten nach den benachbarten Staubgefässen einkeilen. Alle diese Erscheinungen können nur an den sich entwickelnden Blüthen studiert werden, aus den schematischen Diagrammen mit den niemals vorhandenen unbenützten Räumen kann man sich keine Vorstellung über diese Vorgänge machen. Nebenbei sei noch bemerkt, dass bereits Eichler dem Gedanken, dass die Spaltungen resp. das Unterbleiben des Dedoublements eine reine Platzfrage sei, nahe getreten ist; da ihm aber die autoptische Beobachtung fehlte, so ist er über den Bannkreis, dass man sich ähnliche Processe »vorstellen« könnte, nicht herausgekommen. Unsere Erfahrungen werden aber nur durch die reale Untersuchung an dem werdenden Körper erweitert, durch »vorgestellte« Spaltungen oder Verschiebung der diagrammatischen Punkte wird unsere Einsicht niemals gefördert werden.

Die Karpiden werden unter dem Einflusse des Androeceums erzeugt, dies geht aus dem Umstande hervor, dass die Zahl derselben in ganz bestimmtem Zusammenhange mit derjenigen der Staubgefässe steht. Ich habe schon oben eingehender diese Frage behandelt und begnüge mich nur noch an dieser Stelle auf die Häufigkeit der dikarpiden Fruchtknoten hinzuweisen. Die erhebliche transversale Dehnung der Blüthen deutet schon darauf an fertigen Blüthen hin, dass die quere Stellung der Karpiden gewissermassen der Typus ist und dass bei Polygonum nur secundäre Abwandlungen im Androeceum eine Abänderung in den trimeren Bau bewirken. In den Eichler'schen Diagrammen finden wir aber regelmässig mediane Stellung der Frucht-

blätter. Diese ist in demselben Sinne zu corrigieren, in dem ich eine Drehung der Blüthe von Polygonum bistorta und Zurückführung auf die natürliche Disposition für nothwendig erachtete. Die enge Umschliessung, unter der sich die Blüthen in der Achsel des Tragblattes befinden, würde jene mediane Dehnung, welche ich an Corydalis gezeigt habe, absolut nicht gestatten. Sie liegen alle mit den Breitseiten sich axoskop berührend dicht zusammengepackt und diesen Breitseiten parallel muss unter allen Umständen in dimeren Fruchtknoten die Mediane der Karpiden fallen.

Was nun endlich die Beziehungen der Blüthen von Polygonum mit den übrigen aktinomorph-pentamerer Anlage betrifft, so können neben Stellaria média auch Scleranthus und Euphorbia*) zum Vergleiche herangezogen werden. Sie sind sämmtlich dadurch charakterisiert, dass ein oder zwei Staubgefässe hoch am Vegetationskegel inseriert und einem oder zwei Kelchblättern superponiert angelegt und dass dadurch die übrigen Kalotten in ihrer Stellung ebenfalls oberhalb der Kelchblätter bestimmt werden. Dass bei Polygonum die Ausgliederung absteigend sich vollzieht, hängt mit der abschüssigen Form des Primords ebenso zusammen, wie sie bei jenen in rückläufiger Spirale ausgebildet werden. Die höhere Insertion der Kalotten vor s^3, s^4 und s^5 bedingt in allen drei Formen, sobald nicht ellipsoidische Dehnungen im Blüthenboden nachgewiesen werden können, die Anlage trimerer Ovarien. Während sich nun bei Polygonum sämmtliche 8 Kalotten zu Staubgefässen entwickeln, werden 5 derselben bei Stellaria media zu Blumenblättern; bei Scleranthus aber entstehen indifferente fädliche Zwischengebilde, staminodienähnliche Körper, die gewissermassen die beiden Extreme verbinden.

Wenn die Caryophyllaceen eine ausserordentliche Variabilität in der Construktion ihrer Blüthen aufwiesen, so bilden die Polygonaceen ein Gegenstück ähnlicher Natur. Es wäre sehr wünschenswerth, die Prüfung der ersteren durch ein genaues Studium der bei den letzteren vorkommenden Varianten zu ergänzen; ich zweifle nicht, dass dabei viele Einzelheiten an das Tageslicht kommen werden, welche meine Beobachtungen vervollständigen und erweitern werden.

*) Nach Untersuchungen, welche ich neuerdings an Celosia laxa Bth. gemacht habe, schliesst sich diese Pflanze und wahrscheinlich wird dies von allen trigynen Amarantaceen gelten, an die genannten Gewächse in sofern an, als sie die Staubgefässe in rückläufigen Spiralen und die Karpiden im Contakte mit den 3 oberen Kalotten anlegt.

i. Die Blüthen der Gattung Statice.

Ich habe aus dieser Gattung besonders zwei Arten, Statice Suwarowii Reg. und St. elegans Reg. untersucht, die im Berliner botanischen Garten cultiviert werden und die mir in den Sommermonaten sehr lange Zeit hindurch ein gut zu behandelndes Material lieferten. Die verwandte Gattung Armeria habe ich bis jetzt nicht geprüft. Von ihr wird mitgetheilt, dass die Blüthen in Schraubeln geordnet sind, welche das Köpfchen zusammensetzen. Es wäre wohl wünschenswerth, dass dieser Infloresceuz von neuem eine Untersuchung gewidmet würde, da die Petri'schen Beobachtungen*) die Angelegenheit nicht vollständig erledigt haben.

Die Specialblüthenstände sind bei den beiden erwähnten Pflanzen, welche sich durchaus gleich verhalten, zu ziemlich langen dicht gedrängten Ähren vereinigt. In der Achsel jedes Blattes, das an der Spindel befestigt ist, befindet sich eine Inflorescenz, die einer Wickel ähnlich sieht; die Blüthen werden aber von Tragblättern nicht gestützt. Es würde also unter Umständen diejenige Form des Borragoids vorhanden sein, welche man als nacktes bezeichnet. Eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit dieser Inflorescenzen ist die Thatsache, dass sie nicht blos von einem Tragblatte, sondern noch von einem zweiten diesem superponierten Blatte gestützt werden. Die Blüthen stehen in einer Zeile angeordnet, an welcher zuweilen nur eine leise Ausweichung derselben nach der rechten und abwechselnd linken Seite zu constatieren ist.

Die Entwicklung der Blüthen vollzieht sich derart, dass an dem zuerst niedrigen, fast scheibenförmigen Primordium ein vorderer Ringwall sich bildet, der den kleinen Körper halbmondförmig umzieht (Taf. VIII, Fig. 3, an der Basis von *pr***). Dann wird das Primord flach zusammengedrückt und erhebt sich in Gestalt einer Platte über jenes Blatt. Während es nun zwei kleine seitliche Höcker entwickelt (Taf. VIII, Fig. 4), tritt bereits an seiner Basis aus dem Blattachselgrunde eine neue Blüthenanlage hervor, welche von dem inneren Tragblatte der Inflorescenz *Ti* dicht umschlossen wird. Im Contakte mit dem letzten Körper treten nun an dem durch eine Hebung der Vorderseite abschüssig gewordenen Vegetationskegel des ersten Primords zwei vordere Läppchen auf (Taf. VIII, Fig. 5, *sa*), mit denen die Kelchanlage abgeschlossen ist. Die ersten beiden seitlichen Ausgliederungen nämlich stellen die lateralen, die Spitze aber

*) Petri De Armeriae genere dissertatio. Berlin 1863.

**) Die nicht genau radiale Lage der Mediane des Primords ist durch die Präparation bewirkt worden, in Wirklichkeit muss man sich das Tragblatt und mit ihm sein Achselprodukt um etwa 45° nach links gedreht denken.

des ursprünglichen Primordiums den median hinteren Kelchzipfel *sh* dar. Nach der Entstehung der zwei ersten Blätter, welche sich wie gewöhnlich an flacheren im Querschnitte elliptischen Vegetationskegeln seitlich einstellen, wird der Gipfel der Blüthe mit der Vergrösserung der Tiefe des Primords nach vorn zu verlegt. Das Centrum der Blüthe erhebt sich und stellt einen hoch gewölbten, sanft abgerundeten Körper dar (Taf. VIII, Fig. 6). Im Contakte mit den Kelchblättern entstehen zwischen den Sepalen 5 Kalotten, die Anlagen der Staubgefässe. Indem sich jetzt der ganze Theil der Blüthe oberhalb der Kelchblätter dehnt, werden unter den Staubgefässen freie Räume geschaffen, in denen erst die Blumenblätter sich einschalten (Taf. VIII, Fig. 7 *p*). Die fünf Narbenstrahlen entstehen im Contakte mit den Staubgefässen und alternieren daher mit diesen im späteren Zustande.

Bezüglich der weiteren Entwicklung der Blüthen ist von Interesse, dass diejenigen Kelchblätter, welche in der Mediane liegen, der Grösse nach die kleineren bleiben. Im höchsten Masse gilt diese Verkürzung von dem hinteren Kelchblatte, die nächst grösseren sind das vordere Paar, am längsten sind die seitlichen Staubgefässe. Diese Beobachtung stimmt mit der Annahme überein, dass das Druckmaximum in der Mediane liegen muss und dass in der Blüthe das Druckminimum in der auf dieser Ebene Senkrechten gesucht werden muss. Da sich nun der Blattgrund dehnt, ein Vorgang, welcher durch das Auftreten von neuen Blüthen aus ihm bewiesen wird, so muss die Vorderseite der Blüthe wieder unter minderem Drucke sich befinden, wie die hintere. Wahrscheinlich wird in dieser Differenz also die Ursache der Erscheinung liegen, dass das median hintere Kelchblatt noch zur Zeit der Petalenanlage kaum die Hälfte der Länge der vorderen hat.

Der Entwicklungsgang der Blüthenstände von Statice Suwarowii und St. elegans zeigt nicht die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Wickel. Die Blüthenprimordien erzeugen keine Vorblätter, in deren Achsel das neue Primordium entsteht. Auch die besondere Abwandlung, derselben, das Borragoid kann in seiner nackten Form nicht vorliegen, denn jene Dehnung des Vegetationskegels, welche eine Furchung desselben einleitet, wird nicht beobachtet. Da die Blüthen sich vielmehr alle vor einander aus dem sich dehnenden Blattgrunde erheben und mit einander in keinerlei organischer Verbindung stehen, so muss ich die Inflorescenz den Blüthenschaaren zuzählen. Wollte man die auf einander folgenden Blüthen unbedingt in Verbindung bringen, so müsste man sich in den Blattachselgrund hinein ein gemeinschaftliches Sympodium versenkt denken: eine Vorstellung, die bekanntlich unter der Hülfshypothese einer congenitalen Verwachsung wiederholt ausgesprochen worden ist. Da nun die Blüthen

durchaus nicht immer im Wickelzickzacke angeordnet sind, sondern der ersten Entstehung nach meist in einer Ebene liegen, so müsste wenigstens für die beiden Statice-Arten eine sichelförmige Sprossverkettung vorausgesetzt werden, denn zu der Annahme einer Verschiebung aus einer Doppelreihe in eine einzige mediane liegt absolut kein Grund vor.

Eine gemeinschaftliche Beziehung zwischen Polygonum und Statice liegt in der absteigenden Anlage der Sepalen, welche naturgemäss eine solche Stellung bewirkt, dass bei beiden Gattungen die Disposition des Kelches, welche durch $\frac{3}{2}$ ausgedrückt wird, eintritt. Bisher waren die Morphologen allgemein der Ansicht, dass dieses Arrangement nur durch zwei Verhältnisse bedingt werde, einmal nämlich durch den quincuncialen Anschluss an zwei nach hinten convergierende Vorblätter, zweitens dadurch, dass die zwei ersten Kelchblätter die Stellung jener einnehmen. Beide Dispositionen unterscheiden sich von einander dadurch, dass im ersten Falle das median hintere Kelchblatt s^2, im zweiten s^4 ist. Die letzte Stellung wird gewöhnlich als Primulaceenstellung ausgezeichnet. Ich habe in der vorausgehenden Schilderung pentamer-aktinomorpher Blüthentypen gezeigt, dass die zwei vorausgehenden Vorblätter unter Umständen die Anlage eines Kelches, dessen Elemente nach $\frac{3}{2}$ geordnet sind, sehr wohl bedingen, dann nämlich, wenn sich das Blüthenprimordium nach vorn zu abrundet und kreisförmigen Querschnitt erhält. Die auf diese Weise entstehende axoskope Lücke ist kleiner als die phylloskope; jene wird durch ein, diese durch zwei Kelchblätter geschlossen. Indem sich dann zwischen das vordere Paar und das hintere einzelne Sepalum symmetrisch zwei neue einfügen, wird die Stellung $\frac{3}{2}$ nothwendig hervorgebracht.

Für die uns gegenwärtig beschäftigende Gattung ist die Frage von Bedeutung, ob der Schluss, dass zwei nach hinten convergierende Vorblätter die $\frac{3}{2}$-Stellung bedingen, die Umkehrung zulässt, d. h. setzen Kelche von der erwähnten Beschaffenheit immer die Ergänzung zweier Vorblätter voraus? Offenbar ist die Umkehrung ein Fehlschluss. Wir wissen bereits aus Payer's und Anderer Untersuchungen, dass nicht alle pentameren Blüthen ihre Kelche in regelrechter Spirale anlegen, sondern dass es auch ab- und aufsteigende Ausgliederungen giebt. Jene stellen in den allerhäufigsten Fällen das erste Glied nach hinten, diese das gleiche Organ nach vorn. Ob nun diese Blüthen dabei vorher 1 oder 2 Vorblätter oder keins hervorbringen, ist ohne Belang.

Die Erhebung des Primordiums durch eine einseitig geförderte Wachsthumsenergie ist von diesen Blättern völlig unabhängig.*) Der Factor, welcher also bei den aktinomorph-pentameren Blüthen massgebend war, der Contakt mit den Vorblättern, tritt bei diesen Blüthen ausser Akt, desswegen ist auch die Ergänzung von zwei solchen Vorblättern, die durch Abort geschwunden wären, ein nicht nothwendiges Erforderniss.

Nun zeigt sich freilich auch bei dem Verfolge der Entwicklungsgeschichte, dass in allen absteigend angelegten Kelchen das median hintere Kelchblatt nicht das zweite wie die Theorie fordert, sondern das erste, oder vielleicht, wenn man will, bei Statice das dritte Blatt ist. In dieser Gattung ist es der Sprossgipfel. Soll man nun sagen, dieses ist bereits vorhanden, ehe die beiden ersten seitlichen Excrescenzen erscheinen, oder soll man meinen, erst durch das Auftreten der letzteren wird die nunmehrige Blattnatur der Primordspitze documentiert? Die Entscheidung über diesen Punkt erfordert gewiss eine erhebliche Geistesschärfe: für die gegenwärtigen Betrachtungen aber kann die Bezifferung des medianen Kelchblattes keine Bedeutung beanspruchen.

Ich kenne aber überhaupt keine einzige Pflanze mit absteigender Kelchanlage, bei der das dorsale Sepalum das zweite wäre. Sehe ich von Statice ab, und von Polygonum, bei dem es mit s^3 zu benennen ist, so giebt es sich auch der Kelchdeckung nach meist als das erste zu erkennen. Anstatt nun von dem doppelten Hinweise auf seine Natur, einmal von der Entwicklungsgeschichte und dann von der Aestivation Gebrauch zu machen und es mit derjenigen Nummer zu belegen, die ihm der Genesis nach zukommt, hat man immer behauptet, es wäre das genetisch zweite. Folgerichtig musste dann auch eine weitere Correktur der Bezifferung vorgenommen werden. Die Blätter also, welche auf das dorsale folgten, erhielten an Stelle von s^2 und s^3, die Ziffern s^4 und s^5, die vordersten aber, welche nur mit s^4 und s^5 zu bezeichnen waren, wurden s^1 und s^3 oder s^3 und s^1 genannt. Ehe die Entwicklungsgeschichte genügend bekannt war, erklärte man die in der Natur vorkommenden Deckungsrelationen für eine Verschiebung: man meinte, in Wahrheit seien die Blätter nach der genetischen $^2/_5$-Spirale entstanden, aber durch ungleichförmiges Wachsthum der Phyllome hätten sich diese Abweichungen eingestellt. Man nannte die Umstellungen Metatopieen, »welche den wahren Sachverhalt verdunkelten«, und hob sie einfach auf, indem man die

*) Ich komme bei den zygomorphen Blüthen noch genauer auf diese Angelegenheit zurück.

Bezifferung der Blätter nach der genetischen Spirale vornahm. Später erkannte man sehr wohl, dass die Untersuchungen Brongniart's, der zuerst die Lehre von den Metatopieen entwickelt hatte, durchaus unzulänglich waren. Die Ontogenese der Blüthen bewies, dass die Annahme einer genetischen Entstehung nach der $^2/_5$-Spirale eine Fiktion war. Trotz alledem hielt man aber beharrlich an ihr fest, indem man die neue Hypothese aufstellte, dass zwar die Entstehungspunkte der Kelchblätter nach der $^2/_5$-Spirale genetisch fixiert wären, dass aber eine gewisse Verzögerung in der Ausgliederung statt hätte, der zu Folge sie nun nicht in der beobachteten Weise erschienen. Der Entstehungsfolge gemäss musste nun auch die Deckung stattfinden. Diese brachte aber nicht die eigentliche genetische Folge zum Ausdrucke, sondern diese war eben durch die vorgestellte Fixierung der Bildungsherde, die zwar kein Mensch nachgewiesen hatte, gegeben. Also auch nach der neueren Anschauung giebt die entwicklungsgeschichtliche Beobachtung, wie die Relation der Aestivation, nur ein Trugbild des eigentlichen, tiefinnersten Wesens der Blüthenbildung: wir haben wirklich genetische Metatopieen vor uns und die wahre Form der Blüthe kann ebenfalls nur durch die Wiederherstellung des Quincunxes gewonnen werden.

Offenbar ist diese Hypothese, der zuvörderst die Aufgabe obgelegen hätte, die Entstehung der Bildungsherde nach der $^2/_5$-Stellung zu beweisen, sehr künstlich und nur für den gemacht, welcher gewillt ist, an sie zu glauben. Aber mehr als dies, sie ist geradezu falsch. Man würde ihr gegenüber noch einen skeptischen Standpunkt einzunehmen gezwungen sein, wenn ein kreisförmig umrissenes Primord vorläge, an dem die Plätze gegeben wären, welche die vorgestellten fünf Bildungsherde einnehmen könnten. Wir haben aber die Beobachtung gemacht, dass das Primord von Statice eine sehr flache Scheibe darstellt, wenn an ihm die zwei ersten seitlichen Excrescenzen auftreten, und dass erst später durch die Hebung der Stirnkante der Platz erzeugt wird, an dem die zwei Vordersepalen erscheinen. Nun ist uns vollkommen geläufig, dass an einem transversal gedehnten Vegetationskegel nur zwei Bildungsherde sich entwickeln können, an welchen Orten noch die übrigen verborgen sein sollten, bin ich nicht im Stande mir vorzustellen.

Nachdem ich nun gezeigt habe, dass keine Berechtigung vorliegt, in der Kelchdisposition diejenige Stellung wieder zu erkennen, welche durch zwei vorausgehende axoskop convergierende Vorblätter bedingt wird, kann auch die Ansicht nicht ferner aufrecht erhalten werden, dass der Blüthe von Statice Suwarowii zwei solche Organe hinzugefügt werden müssen. Die absteigende Kelchanlage schliesst die

Nothwendigkeit, zwei Bracteolen zu ergänzen, aus. Ich finde nun zwar, dass in der Litteratur für andere Arten von Statice zwei oder auch nur ein Vorblatt angegeben werden. Mir sind die Verhältnisse nicht bekannt, ich halte es aber für durchaus wahrscheinlich, dass mit anderen Formen von Blüthenständen auch andere Verhältnisse Hand in Hand gehen, welche die Anlagen von Vorblättern bedingen können. Der Vergleich würde dann unter Umständen die Hinzufügung derselben statuieren. Während also die Vorfahren unserer Pflanze ihre Blüthen unter der Begleitung dieser Organe hervorgebracht haben, sind sie ihr selbst, vielleicht weil die Blüthen durch die grossen Tragblätter der Specialinflorescenzen genügend geschützt sind, oder weil der Raum für ihre Entstehung, der Form des Tragblattes gemäss, nicht vorhanden ist, abhanden gekommen. Wie jede phylogenetische Betrachtung bewegt sich auch diese auf dem schwankenden Boden der Spekulation. Der Satz, dass die reducierten Formen die späteren sein müssen, entbehrt meiner Überzeugung nach für die Blüthen des Beweises, er ist dogmatisch und nicht genügend begründet. Wir können über die Frage nichts ausmachen, ob Statice Suwarowii zu den Endgliedern einer Reihe gehört, die mit Formen beginnt, welche durch bracteate Blüthen ausgezeichnet sind, oder ob sie den Anfang einer solchen darstellt, die erst später Bracteen erhalten haben.

Aus denselben Gründen ist auch die Hinzufügung eines zweiten Vorblattes bei den Blüthen von Polygonum keine nothwendige Forderung. Wenn dieselbe überdiess hier zugelassen würde, so könnten diese Blüthen doch nicht auf den normalen Spiralgang ihrer Kelchblätter zurückgebracht werden, wenigstens nicht ohne dieselben durch eine völlig unbegründete Drehung in eine ganz veränderte Stellung zu versetzen.

Über die Kelchdisposition der Primulaceen werde ich weiter unten zu sprechen Gelegenheit haben und gehe desswegen an dieser Stelle nicht weiter auf sie ein.

Bezüglich der Plumbaginaceen hat man, um die Disposition von Petalen und Staubgefässen zu erklären, d. h. natürlich nur, um das sogenannte Gesetz der Alternanz herzustellen, die Annahme gemacht, dass ein äusserer Staminalcyklus in Wegfall gerathen sei. Ich habe von einem solchen Kreise keine Spuren nachzuweisen vermocht, wegen des engen Contaktes mit den Sepalen ist auch die Möglichkeit nicht gegeben, dass an den geforderten Stellen des Vegetationskegels irgend welche Höcker auftreten könnten. Auch die von Frank bei den Primulaceen gemachte Wahrnehmung, dass die Andeutung der Petalen durch eine Lappung des Blüthenbodens gegeben sei, war ich nicht im Stande, hier wie dort zu wiederholen. Die Stamina sitzen

vielmehr in unmittelbarer Nähe des Primordrandes und zwischen ihnen und der Kelchinsertion ist kein Läppchen zu sehen. Die Organe beider Cyklen, die Blumenblätter wie die Staminalkalotten, stehen direkt über einander und die ersteren treten infraponiert auf.

Bei meinen Untersuchungsobjekten war auch nicht das von Barnéoud und Pfeffer angegebene Verhältniss, demzufolge die Blumenblätter als Excrescenzen der Staubgefässe erscheinen, nachweisbar. Die Höhe der Dehnung zwischen der Kelchbasis und den Kalotten war so beträchtlich, dass die Blumenblätter ohne Verbindung mit jenen auftreten konnten. Ich glaube aber recht wohl, dass dann, wenn die Dehnung nur einen geringeren Betrag hat, eine theilweise Verbindung von beiden Organen am Fusse der Kalotten eintreten kann, in ähnlicher Weise, wie die äusseren Perigonglieder der Iridaceen aus den Staminalzapfen sich entwickeln.

Ich kann die ganze Blüthe nur ansehen als die Wirkung einer eigenthümlichen Beschaffenheit des Vegetationskegels in Verbindung mit bestimmten Contaktverhältnissen. Die in demselben auftretenden Dehnungen bedingen eine Ausbildung, deren theoretische Deutung keine genügende Begründung hat. Dort, wo freie Räume erzeugt werden in einer Zeit, da der Körper noch Neubildungen hervorbringen kann, stellen sich Organe ein; leere Stellen giebt es ausser der inaktiven Zone am Vegetationskegel nicht.

k. Die Blüthen der Gattung Tropaeolum.

Die so ausserordentlich üppig blühenden Sprosse von Tropaeolum majus L. liefern von Juni bis in den Herbst hinein, wenn sie vom Froste getödtet werden, ein reichliches Material für die Entwicklung der Blüthen dieser in mehreren Hinsichten ungewöhnliche Erscheinungen bietenden Gattung. Ausser dieser Art habe ich noch Tropaeolum aduncum Sm., eine ebenfalls reichlich blühende Species untersucht.

Die langen etwas windenden Triebe der gewöhnlichen Kapuzinerkresse werden von einer gestauchten, aus vielen jungen Anlagen zusammengesetzten, flachen, fast doldenartigen Endknospe abgeschlossen, deren Elemente in bekannter Art spiralig entstehen. Der Vegetationskegel ist kürzer als diese letzten Blätter mit ihren Achselprodukten und wird von ihnen in bogenförmiger Krümmung ziemlich hoch überragt. Die Entwicklung der Laubblätter zu ihrer charakteristischen peltaten Form ist in vollendeter Darstellung von Goebel mitgetheilt worden; ich habe dieser nichts weiter zuzusetzen, kann sie vielmehr in allen Punkten bestätigen. Die Achselprodukte sind ungleicher

Natur, manche Blätter bringen nur Blüthen hervor, andere erzeugen Laubsprosse. Ein regelmässiger Wechsel dieser beiden Formen von Lateralstrahlen ist nicht zu constatieren, am häufigsten folgen auf einander 2—3 Blüthen und dann 2—3 Laubsprosse, indess kommen auch andere Combinationen vor. Zuweilen begegnen tragblattlose Sprosse, die ohne bestimmte Ordnung zwischen den Axillarsprossen eingestreut sind. Diese können ebensowohl Laub- wie Blüthensprosse darstellen. Sie stehen genau in die Spirale eingefügt und bringen, so weit dies durch die genaue Beobachtung dicht unterhalb des Vegetationskegels festzustellen ist, keine Veränderung in dem Spiralsysteme hervor. Aus den ersten einfachen Anlagen am Vegetationskegel kann man eine Entscheidung, was aus den Höckern wird, die dort wahrzunehmen sind, nicht treffen. Wenn aber die Blätter bereits erschienen sind und also ein Urtheil abgegeben werden kann, sind die Anlagen schon so weit vom Vegetationskegel entfernt, dass eine mathematisch genaue Feststellung von etwaigen Divergenzveränderungen nicht mehr thunlich ist. Laub- und Blüthensprosse unterscheiden sich von dem Augenblicke an, in dem die ersten Blätter auftreten. Zuerst haben sie ein vollkommen übereinstimmendes Aussehen, sie sind von der Form eines quergedehnten, fast elliptisch umschriebenen Zellkörpers (Taf. VIII, Fig. 8 *pr*). An ihm treten bei dem Laubsprosse der gewöhnlichen Ordnung gemäss zwei transversale Blätter auf. Dann rundet sich das Primord nach vorn zu ab, nimmt im Querschnitte kreisförmige Gestalt an und bringt also die beiden Primordialblätter zu einer axoskopen Convergenz. Das dritte Blatt stellt sich nach vorn, auf das erste von jenen beiden schief zu, das vierte fällt median nach hinten und so ist die Einleitung zu einem neuen spiralen Systeme gegeben, in dem sich dieselben Erscheinungen abspielen, die ich soeben geschildert habe.

Anders sind die Vorgänge bei dem Blüthenprimordium. Dieses rundet sich, ehe an ihm irgend welche Blätter erscheinen, sogleich zu einem im Umrisse fast kreisförmigen Gebilde ab und erzeugt zwischen dem Tragblatte und der Rückseite ein erstes Kelchblatt, das schief gegen jenes gestellt ist. Mit ihm oder doch sehr bald nach ihm tritt ein zweites etwas kleineres Kelchblatt zwischen den beiden Oberblättern des Tragblattes auf und ihnen schliesst sich ein drittes vorderes Sepalum an. Die Oberblätter des Tragblattes sind ziemlich stark nach aussen gewölbt und lassen auf diese Weise eine Lücke zwischen sich, welche einer Excrescenz des Vegetationskegels einen äusserst vortheilhaften Platz zur Einfügung bietet. Zu gleicher Zeit stellen die beiden Oberblätter aber auch die Contaktorgane für die zwei anderen Elemente des primären Sepalendrillings in sofern dar,

als sowohl s^1, als dasjenige, welches mit dem Zeiger s^3 zu versehen ist, in die Lücken fallen, welche sich zwischen den Wölbungen der Oberblätter und dem Tragblatte aufthun. Alle die genannten Körper bilden einen lückenlosen Verband unter sich. Durch die Stellung des zweiten und dritten Kelchblattes wird ein Blattsystem zu Wege gebracht, das wohl im Ganzen mit einer Stellung nach $^2/_5$ übereinstimmt. In die vorhandenen grössten Lücken fügen sich dann die letzten 2 Kelchblätter ein, die nun die Divergenz nach demselben Quotienten ebenfalls ungefähr einhalten müssen. Mathematisch genaue Relationen scheinen aber bei der unregelmässigen Form der Blüthenanfänge, die oft gesehen wird, nicht immer vorzuliegen (Taf. VIII, Fig. 9).

Die tragblattlosen Laubsprosse halten im Ganzen einen ähnlichen Modus inne; wie gewöhnlich aber fällt bei derartigen Gebilden das erste Blatt nach aussen, nimmt also die Stellung ein, welche ein vorhandenes Tragblatt besitzen würde. Dann erst erscheinen die beiden transversalen Blätter der quergedehnten Form des Primords entsprechend. Dieser Entwicklungsgang bringt an den letzteren eine Disposition zu Wege, welche genau mit den gewöhnlichen Laubsprossen übereinstimmt, mit der einzigen Ausnahme, dass das Tragblatt am Sprosse in die Höhe gehoben ist. Wenn man die Entwicklungsgeschichte nicht verfolgt hat, könnte man also die Meinung haben, dass diese Sprosse ganz normale wären, nur hätte sich das Tragblatt durch »Anwachsung« aus seiner gewöhnlichen Stelle »verschoben«. Real ausgedrückt würde diese Veränderung durch die interkalare Einschaltung eines Axenstückes unterhalb des Tragblattes zu erklären sein.

Die extraaxillären Blüthensprosse dagegen könnten auf diese Weise nicht interpretiert werden. Hier ist das erste Blatt ein Kelchblatt; dieses liegt median vorn, also hat die Blüthe in ihrer Kelchstellung eine ganz abweichende Orientierung; während bei den gewöhnlichen mit Tragblättern versehenen Blüthen die Kelchstellung durch $\frac{3}{2}$ ausgedrückt wird, müssen wir sie an den extraaxillären durch $\frac{2}{3}$ wiedergeben. Welches die Contaktverhältnisse sind, die eine derartige Veränderung bedingen, habe ich bei der relativen Seltenheit und der Schwierigkeit, solche Blüthen in den ersten Stadien zu erkennen, nicht festzustellen vermocht.

Man findet in den ziemlich oft wiederholten Untersuchungen*)

*) Payer Organogénie de la fleur t. 16; Hofmeister Allgemeine Morphologie 470. Fig. 97; Rohrbach in Botanische Zeitung 1869. p. 833. t. 12; von Freyhold in Nova acta acad. Leopold. XXXIX. n. 1.; vergl. auch Eichler, Blüthendiagramme II. 297 ff.

über die Entstehung der Blüthe von Tropaeolum majus L. die Angabe, dass nach Entstehung der Sepalen der Blüthenboden die Petalen anlege. Ich habe von einer deutlichen Ausbildung der Blumenblätter in diesem Stadium keine Wahrnehmung gemacht; die ersten beiden Staubgefässe erscheinen meiner Beobachtung nach vielmehr vorher. Diese treten ziemlich oder völlig gleichzeitig vor den inneren Sepalen s^4 und s^5 auf (Taf. VIII, Fig. 9) und zwar genau in der Mediane derselben; es ist mir nur zuweilen gelungen, das erste vor dem anderen dicht bei s^5 zu constatieren. Das nächste Staubgefäss stellt sich in die Mediane von s^3 (Taf. VIII, Fig. 10), das vierte tritt vor s^2 und das fünfte vor s^1.

Von diesen Staubgefässen ist das vor s^4 stehende zur Zeit, wenn alle fünf entwickelt sind, entschieden etwas grösser als die übrigen, es stäubt auch früher als alle anderen; desswegen mag die Meinung entstanden sein, dass es zuerst angelegt werde. Ich kann indess nach dem obenerwähnten Befunde, dass ich das vor s^5 zuweilen bestimmt zuerst hervortreten sah, dieser Vorstellung nicht zustimmen.

Nachdem diese Primordien in Kalottenform vorhanden sind, rücken gewisse von ihnen durch Dehnung des Blüthenbodens auseinander und in die Lücken schalten sich 3 weitere Kalotten ein. Die Orte der Einschaltungen liegen vor den grossen Sepalen, so dass also je eine neue Kalotte zwischen denen vor s^1, s^2 und s^3 und den benachbarten sich einfügt; dabei fällt die eine zwischen die Staubgefässe vor s^1 und s^4, die zweite zwischen die vor s^3 und s^5; bezüglich der letzten, welche die kleinste ist, fand ich einen Wechsel zwischen den Kalotten vor s^2 und s^5 und denen vor s^2 und s^4. Mit bestimmten Ziffern sie der Anlagefolge nach zu bezeichnen vermag ich desswegen nicht, weil ich sie stets zu gleicher Zeit auftreten sah (Taf. VIII, Fig. 11). Sie erzeugen Staubgefässpaare, welche vor den äusseren grossen Sepalen ihren Platz finden, auf diese Weise legen sich vor s^1 die Primordien st^5 und st^7, vor s^2 die Primordien st^4 und st^8, vor s^3 aber st^3 und st^6, vorausgesetzt, dass ich die Primordien nach der Grösse beziffere.

In dem Augenblicke, wo sich das Blüthencentrum lappt, um die Karpidenbildung vorzubereiten, sind 3 Staubgefässprimordien vor den Kelchblättern s^3, s^4 und s^5, die grössten in der Blüthe (Taf. VIII, Fig. 11) und ragen am weitesten nach dem Mittelpunkte vor. Sie dienen daher als Contaktorgane, welche die Gestalt des inneren Blüthenkörpers bedingen und die drei Zipfel schieben sich zwischen sie. Daher wird die Lage des Fruchtknotens dergestalt bestimmt, dass eins von den in den 3 Ecken auftretenden Fruchtblättern nach s^1 hingewendet ist, die anderen aber um c. 120° von diesem divergent gestellt sind.

Mit den Staubgefässen der letzten Reihe scheinen auch die Blumenblätter sich auszugliedern, wenigstens konnte ich sie nach Entfernung der Kelchblätter nun deutlich in den Lücken zwischen den letzteren nachweisen.

Später erfährt die Blüthe eine erhebliche mediane Dehnung, die aber erst nach der vollen Ausbildung aller Glieder eintritt und auf die Anlage der Organe desshalb keinen Einfluss mehr auszuüben vermag; die Staubgefässe werden in der Grösse mehr ausgeglichen, endlich sind die seitlichen zur Symmetrale die grösseren, gleichgültig welche Ziffer sie tragen müssten. Durch die Entwicklung eines hinteren Kelchspornes wird die Zygomorphie der Blüthe bekanntlich noch schärfer ausgeprägt.

Tropaeolum majus zeigt nicht selten im Androeceum Varianten. Die Zahl der Staubgefässe wird erhöht, so dass sich 9 und 10 vorfinden. Da aber zur Zeit der Karpidenanlage das Blüthencentrum isodiametrisch bleibt, besonders da keinerlei Dehnung zu beobachten ist, so tritt auch nicht eine dikarpide transversale Anlage ein, sondern die Zahl der Karpiden erhöht sich auf 4 und 5. Ob bei den decandrischen Abwandlungen eine Veränderung in der Anlagefolge der Staubgefässe nach dem gewöhnlichen diplo- oder obdiplostemonen Verhältnisse stattfindet, habe ich, weil ich junge Anlagen solcher Blüthen nicht finden konnte, auch nicht festzustellen vermocht. Man sieht an weiter vorgeschrittenen Knospen nur paarweise vor die Kelchblätter gestellte Staubgefässe, die einen Unterschied in der Insertionshöhe nicht zu erkennen geben. Es wäre also wohl auch denkbar, dass alles beim alten bleibt, und dass nur die Einschaltung sich auf die Stellen zwischen den Staubgefässen vor s^1 und s^3, so wie vor s^2 und s^5, die bisher leer blieben, auch noch erstreckt. Bei 4 Fruchtblättern fungierten die Staubgefässe st^1, st^2, st^6 und st^7, wenn sie der Grösse nach beziffert werden, als Contaktkörper. In dem von mir beobachteten Falle, wo 5 Karpiden vorhanden waren, konnte ich die Contaktkörper nicht feststellen. Die Lage der Fruchtblätter war episepal; bei anderen pentakarpiden Blüthen haben aber Chatin und Braun zum Theil an Tropaeolum majus, zum Theil an anderen Arten auch epipetale Disposition beobachtet.

Wenn ich diese Entwicklung der Kapuzinerkressenblüthe mit den Angaben über diejenige der anderen bisher behandelten Blüthenformen vergleiche, so fällt zunächst eine gewisse Übereinstimmung auf zwischen ihr und der von Stellaria media, Scleranthus annuus, Euphorbia palustris und Celosia laxa. Allen 4 Arten ist gemeinsam, dass unmittelbar nach dem Auftreten der Kelchblätter vor den beiden letzten derselben 2 relativ grosse Staubgefässkalotten sich am

Vegetationskegel einfinden und dass nach ihnen in absteigender Bahn 3 neue Körper spiralig hervorgebracht werden. Die beiden ersten benehmen sich genau so wie zwei Contaktkörper in einem aufsteigenden Spiralsysteme und fungieren wohl sicher als solche in den absteigenden. Der dritte Körper erscheint vor dem dritten Kelchblatte, d. h. in der Divergenz, welche genau so gross sein muss, wie die zwischen s^3 und s^4; der vierte vor dem zweiten, der fünfte vor dem ersten Kelchblatte. Sind also keine Divergenzveränderungen in den Stellungen der Sepalen eingetreten, so müssen auch die Staubgefässprimordien in gleichen Abständen von einander Orte der absteigenden Spirale besetzen.

Den Blüthen von Celosia, Euphorbia und Stellaria media, aber auch denen von Polygonum in den trikarpidiären Formen und denen von Tropaeolum ist gemeinsam, dass 3 Staubgefässe als Contaktkörper für die Anlage der Karpiden fungieren; ferner haben dieselben genau übereinstimmend gleiche Lage, sie befinden sich nämlich vor den Kelchblättern s^3, s^4 und s^5. Bei Stellaria media, Celosia, Euphorbia und Tropaeolum wird es ohne weiteres verständlich, dass diese Gebilde höher am Vegetationskegel inseriert sein müssen als die übrigen, denn sie stehen vor den drei letzten Kelchblättern, die eine höhere Lage einnehmen als die beiden übrigen. Bei Polygonum ist die Sachlage desswegen complicierter, weil hier eine Verlegung des Blüthengipfels nach vorn zu durch die Hebung des phylloskopen Theils der Blüthe bewirkt wird; im Ganzen aber bleiben die Verhältnisse auch an dieser Pflanze die gleichen. Dass diese Körper als Contaktorgane wirken, wird demnach einleuchtend. Scleranthus zeigt desswegen abweichende Erscheinungen, weil sich der Blüthenscheitel in der Mediane dehnt, wenigstens geht diese Thatsache aus Payer's Zeichnungen ganz klar und deutlich hervor. Desswegen tritt bei ihr ein, wie es scheint, wirksamerer Faktor in Aktion: der elliptischen Form entsprechend stellen sich zwei Karpiden in die Enden der langen Axe.

Wenn man an besonders regelmässig gestalteten Blüthenprimordien von Tropaeolum die Divergenzen zwischen den successiv erscheinenden Sepalen bestimmt, so erhält man einen Durchschnittswerth von 138°, welcher dem Grenzwerthe der Hauptreihe so nahe liegt, dass der Fehler wegen Ungenauigkeit der Beobachtung vernachlässigt werden kann. Auch in der Zeit, da die ersten 3 Staubgefässprimordien auftreten, konnte ich eine Veränderung der Divergenzen nicht ermitteln, wenn aber die sämmtlichen 5 ersten Kalotten hervorgetreten waren, ergab der Durchschnitt der Divergenzen ca. 143°. Diese Divergenzenzunahme ist als Zeiger dafür anzusehen, dass in dem Blüthen-

boden Dehnungserscheinungen vor sich gehen, welche gewisse Blätter von einander entfernen. Auf diese Weise werden jene freien Räume gebildet, in denen die letzten Kalotten und zwar mit ungleichen Insertionscurven interkaliert werden. Der Blüthenkörper kann sich aber nicht blos in jener Richtung dehnen, welche durch die Verbindungslinie der Kalottenmitten angegeben wird, sondern er muss auch nach aussen an Grösse zunehmen, was daraus hervorgeht, dass stets ein oder das andere Staubgefässprimordium zwischen dem einen Kelchblatte und dem benachbarten Primordium entsteht. In der von mir wiedergegebenen Fig. 11, Taf. VIII hat das Staubgefäss zwischen s^2 und s^5 diese Stellung inne, zuweilen befindet sich aber auch noch ein anderes an einem solchen Orte. Diese Wahrnehmung deutet darauf hin, dass hier Plätze für die Blumenblätter erst nachträglich erzeugt werden.

Bezüglich der theoretischen Deutung der Blüthe herrscht gegenwärtig noch eine erhebliche Differenz; bei uns in Deutschland aber hat sie durch das Gewicht der Autorität der Eichler'schen Blüthendiagramme allerdings ein mehr einheitliches Aussehen gewonnen. Rohrbach, v. Freyhold und Eichler haben ziemlich bündig erklärt, dass die Entwicklungsgeschichte dieser abnormen Blüthenform nichts dazu beitragen kann, jene auf einen gewöhnlichen regulären Typus zurückzuführen; sie muss vielmehr für den wichtigsten Theil, nämlich für die Interpretation »des Androeceums ausser Betracht bleiben«.

Was zunächst die Ergänzung der beiden Vorblätter anbelangt, die für die gewöhnliche Auffassung wegen der $\frac{3}{2}$-Stellung der Kelchblätter stattfinden muss, so liegt meinem Ermessen nach kein zwingender Grund dazu vor. Die Funktion derselben als seitliche Contaktkörper wird nach meinen Beobachtungen von den beiden Oberblättern des Tragblattes übernommen; ausserdem scheint die concave Form der letzteren die Anwesenheit der Bracteolen als seitliche Schutzorgane in analoger Weise überflüssig zu machen, wie die Gestalt der Tragblätter den Mangel an Corydalis erklärte. Wenn nun auch Al. Braun und Andere gelegentlich zwei kleine Blättchen an den Blüthenstielen gesehen haben, so müsste die Natur derselben einmal erst noch genauer ermittelt werden, da es Fälle giebt, wo tiefinserierte Blattlacinien als solche angesprochen worden sind, und andererseits würde mich ein gelegentliches Auftreten derselben noch nicht bestimmen können, sie als typisch vorhanden anzusehen und sie immer hinzuzuconstruieren.

Bei dem Androeceum geht man, wenn ich von der Vorstellung absehe, dass es einen aufsteigenden $^3/_8$-Cyklus darstelle, welche Schimper, Braun und v. Freyhold vertreten haben, die aber in der Natur

durch keine Beobachtung bewahrheitet wird, darauf aus, einen decandrischen Bau zu gewinnen. Hier sind nun 3 Modificationen angenommen worden: ROHRBACH meinte, dass von dem inneren Kreise das median vordere und das vor dem zwischen s^2 und s^4 gelegenen Blumenblatte stehende Staubgefäss abortiert wären, die übrigen hätten sich dann so verschoben, dass sie sich gleichmässig in den Raum theilten.

VAN TIEGHEM glaubte an einen ursprünglichen 10-gliedrigen Kreis, in welchem die beiden an das vordere Staubgefässpaar anstossenden Stamina durch Abort geschwunden wären. Er behauptete, nach der von ihm besonders bevorzugten Methode, diese beiden Organe noch durch die Anwesenheit sehr schwacher Gefässbündel nachweisen zu können.

Diese Bündelchen hat EICHLER nicht zu sehen vermocht. Er schloss sich daher der von RÖPER und WYDLER entwickelten Vorstellung an, dass ein gewöhnliches, dicyklisch-decandrisches Androeceum anzunehmen wäre, in welchem das vordere und hintere mediane Staubgefäss unterdrückt wären, und erhärtete diese Ansicht dadurch, dass gelegentlich bei 9-männigen Blüthen das neunte Staubgefäss in der Mediane gesehen würde und zwar bald vorn bald hinten.*)

Was meine Stellung zu der Frage über das Androeceum anbetrifft, so muss ich zunächst bekennen, dass ich der Ansicht, als ob die Resultate der Entwicklungsgeschichte ausser Betracht bleiben müssen, doch nicht so unbedingt zustimmen kann. Man lässt sie offenbar nur desswegen unbeachtet, weil sie für die althergebrachte Anschauung keine Stütze gewähren. Diese Behandlung der Ontogenese ist längst bekannt: so lange sich dieselbe für die Deutung günstig zeigt, sieht man in ihr eine sehr bemerkenswerthe und willkommene Kräftigung für die Theorie oder ein Beweismittel für sie; wenn aber die Beobachtungen sich mit den doch auch genetisch genannten Spiralgängen nicht decken, dann liegen unbekannte Einflüsse vor, welche die sogenannten normalen Verhältnisse nicht zum Durchbruche kommen lassen.

Schon die Vielfachheit der theoretischen Interpretationen lässt einen Zweifel berechtigt erscheinen, dass irgend eine richtig ist. Sie wurden alle von Morphologen aufgestellt, denen anerkanntermassen eine grosse Fähigkeit, die morphologischen Räthsel zu lösen, eigen war, sind doch die grössten Autoritäten an dem Aufbau derselben betheiligt. Über die BRAUN'sche Ansicht habe ich mich bereits geäussert. Die von VAN TIEGHEM entwickelte findet weder in der Annahme, dass die Staubgefässe einen einfachen Kreis darstellen, denn

*) EICHLER Blüthendiagramme II. 300.

ich habe gezeigt, dass Staubgefäss 6 oder 7 sehr häufig ganz excentrisch angelegt werden, noch in dem Nachweise der restierenden Gefässbündel eine Stütze. Der Methode von VAN TIEGHEM stehe ich überhaupt sehr skeptisch gegenüber; in denjenigen Fällen, wo ich sie befragte, wie bei den Iridaceen, habe ich den sicheren Aufschluss, welchen der Autor erlangt hatte, nicht gefunden. In dem vorliegenden Falle widerspricht auch EICHLER auf das bestimmteste.

Die RÖPER'sche Meinung soll nun durch das gelegentlich erscheinende 9te Staubgefäss so weit begründet sein, dass EICHLER meinte, »dieses Auftreten eines bald vorn, bald hinten medianen Staubgefässes seien deutliche Fingerzeige«. Wenn das 10te Staubgefäss bei den zuweilen vorkommenden Pelorien nicht gesehen wird, so folgerte EICHLER, »zeigt dies nur, dass die Unterdrückung hier sehr beständig geworden ist und selbst beim Rückschlage der Blüthe zur Aktinomorphie nicht vollständig wieder anfgehoben wird«. Die Pelorien sind aber kein Rückschlag, denn die Blüthe ist von Anfang an aktinomorph entwickelt, die Zygomorphie ist also erst eine spätere Abwandlung der Blüthe, Tropaeolum ist nur eine pseudozygomorphe Blüthe, wie die Strahlblüthen gewisser Umbelliferen. Ausserdem kann man auch nach dem EICHLER'schen Gedankengange nicht annehmen, dass die Unterdrückung eines Staubgefässes sehr beständig ist, da bald das vordere, bald das hintere in der Mediane auftritt und desswegen der Raum vorn und hinten unter Umständen befähigt bleibt, ein Staubgefäss zu erzeugen, nur die Combination beider war EICHLER nicht bekannt. Unter den zahllosen Knospen, die ich geprüft habe, fand ich ziemlich viele Blüthen mit 9-männigem Androeceum und unter diesen konnte man sich wohl diejenige Disposition als vorhanden denken, dass von den Staubgefässen das eine vorn, oder hinten stand; indess ist es wohl sehr schwierig, eine positive Sicherheit auch an sehr kleinen Knospen mit allen Blüthenorganen über diese Stellung zu erlangen, wenn nicht unmöglich. In zwei Fällen ist es mir aber gelungen, wirklich decandrische Blüthen aufzufinden. Bei diesen waren die Staubbeutel noch nicht entwickelt, die Anlagen waren also noch sehr jung und das Arrangement war noch sehr gut zu sehen. Ich erkannte, dass alle Verhältnisse geblieben waren, wie bei den normalen Blüthen, nur hatten sich an Stelle der Einzelstaubgefässe vor s^4 und s^5 zwei eingefunden und dabei waren die vor s^5 am Grunde mit einander hoch verwachsen, was darauf hindeutet, dass das quergedehnte Primordium eine Spaltung erfahren haben dürfte.

Die Vertheilung der Punkte im Diagramme führt also zu keinem positiven Resultate; ausser den vier bereits bestehenden Annahmen, könnte man mit Hülfe anderweitiger Analogieen auch noch andere

»sich vorstellen«. Nun wissen wir, dass die Ontogenese auf die Fragen ähnlicher Art keine bestimmte Antwort giebt, die Entwickelungsgeschichte von Stellaria media weist auf das Entschiedenste darauf hin, dass innerhalb des nähern Verwandtschaftskreises höchst differente Entwickelungen der Blüthe vorkommen können.

Über den Kreis der Erfahrungen hinauszugehen, halte ich für gefährlich, wir können also nur constatieren, dass das Androeceum von Tropaeolum zuerst in spiraler absteigender Folge angelegt wird und dass sich in die durch Veränderung des Blüthenbodens entstandenen Lücken dort neue Bildungen einschalten, wo Platz ist. Von einem Abort gewisser Glieder und einer gleichmässigen Vertheilung der restierenden in den gegebenen Raum kann die strenge Forschung keinen Nachweis liefern. Die Verwandtschaft der Gattung bleibt uns vorläufig noch räthselhaft; es ist möglich, dass sie sich den Geraniaceen, vielleicht auch den Sapindaceen anschliesst, ein sicheres Urtheil möchte ich darüber aber nicht abgeben. Vielleicht vermag die anatomische Methode über diesen Punkt näheren Aufschluss zu bringen.

Im Anschlusse an Tropaeolum sollen noch einige andere octandrische Blüthen eine kurze Besprechung finden, die abweichende Verhältnisse der Blüthenentwicklung bieten.

Die Gattung Acer ist schon mehrfach bezüglich der Ontogenese der Blüthen untersucht worden; es hat PAYER*) eine Darstellung über den Aufbau derjenigen von Acer Tataricum L. mitgetheilt, während uns BUCHENAU**) eine Beschreibung der Blüthenentwicklung von A. pseudoplatanus L. gegeben hat. Ich habe neben der letzterwähnten Art noch A. dasycarpum L. untersucht, die ich aber, da sie ein pentameres Androeceum besitzt, hier übergehe.

Die Blüthen entstehen bei Acer pseudoplatanus in spiraler Folge aus einer ziemlich hoch kegelförmigen Axe und zwar treten die Primordien gleichzeitig mit den kurzen Tragblättern hervor; eine Gipfelblüthe, deren Sepalen in lückenlosem Anschlusse an die vorausgehenden Blüthenprimordien sich anreihen, macht den Beschluss der Inflorescenz. Kurze Zeit, nachdem die junge Blüthenanlage entstanden ist, erhebt sie sich und schiebt sich über das Tragblatt, so dass dieses fernerhin nicht mehr als Contaktkörper für die Blüthenbildung wirkt. Es bleibt stets sehr klein während der ganzen Blüthenentwicklung und kann sehr leicht übersehen werden. Der Kelch bildet sich nicht in constanter Spiralfolge, die 5 Zipfel desselben stellen sich vielmehr

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 27.

**) BUCHENAU in Botanische Zeitung 1861. n. 37.

an den Orten ein, welche durch den Contakt mit den Nachbarblüthen bestimmt werden. Das erste Blatt fällt in der Regel nach vorn, bald genau superponiert mit dem Tragblatte, häufiger mit einer seitlichen Abweichung nach rechts oder links. Die übrigen Blätter treten nach jenem auf, oder erscheinen auch mit ihm simultan. Bei Acer dasycarpum sah ich stets die 5 Kelchabschnitte zu gleicher Zeit hervorbrechen.

Nach der Entstehung des Kelches nimmt der Blüthenboden die Form eines etwas erhobenen Polsters an, auf dem sich ganz sicher in den meisten Fällen simultan unter gleichen Entfernungen von einander 8 Staubgefässe zeigen; nur selten bemerkte ich 2—3 Höckerchen etwas früher als die übrigen aus der Oberfläche hervortreten. Mit ihnen sieht man unterhalb der Wölbung des Polsters im Contakte mit den Kelchblättern die Entwicklung der Blumenblätter. Eine an den verschiedenen Blüthen in verschiedenen Richtungen des Raumes sich vollziehende Dehnung (Quotient der langen durch die kurze Axe = 8 : 5) des Blüthenbodens geht der Entstehung des Fruchtknotens voraus und bedingt wie gewöhnlich die Dimerie desselben.

Die Terminalblüthen sind in ihrem Baue variabel, eine Erscheinung, die durch die Bedingungen, unter denen sie entstehen, verständlich wird. Ich habe die Anlage von vier- fünf- und sechsgliedrigen Blüthen beobachtet. Sehr häufig zeigen die Fruchtblätter andere Zahlenverhältnisse und zwar haben die tetrameren Blüthen ausnahmslos vier Karpiden; bei den übrigen fand ich gewöhnlich drei, dabei konnte ich immer nachweisen, dass ein oder zwei Staubgefässe auch etwas höher inseriert und mit dem Gynoeceum in engerer Berührung standen, als die übrigen.

Mit Ausnahme der Angabe über die Kelchanlage stimmen meine Beobachtungen mit den Schilderungen Buchenau's über die Blüthenentwicklung von Acer pseudoplatanus überein. Die Angaben Payer's dagegen kann ich weder bezüglich der Entstehung des Kelches noch des Androeceums bestätigen. Ich habe aber wiederholt darauf hingewiesen, dass man selbst an derselben Pflanze unter Umständen verschiedene Resultate gewinnen kann, die doch richtig sind, und will durchaus nicht sagen, dass Payer's Angaben, die sich auf Acer Tataricum beziehen, falsch seien. Er zeichnet die Deckung des Kelches sehr deutlich quincuncial ab und eine derartige Aestivation würde mir die Entstehung des Kelches in der angegebenen Folge sehr wahrscheinlich machen. Die von mir geprüften Arten von Acer besitzen einen Kelch, dessen Elemente in gleicher Insertionshöhe sich befinden und so klein sind, dass eine Deckung nicht zu Stande kommt. Nach meinen ziemlich umfangreichen Erfahrungen bin ich geneigt zu

glauben, dass alle offenen, vielleicht auch ein nicht geringer Theil der klappig deckenden Kelche entweder simultan, oder wenigstens auf derselben Insertionszone ausgegliedert werden und dass gerade diese Umstände die sonst so häufige quincunciale Aestivation nicht zu Stande kommen lassen.

Der Blüthenstand von Acer pseudoplatanus ist zusammengesetzt, die Axen zweiter Ordnung treten aus den primären Blüthen und zwar aus dem Grunde derselben hervor. Dort ist ihnen eine ganz bestimmte Stelle vorgeschrieben: die Spindel stellt nämlich keinen Kegel mit einem planen Mantel dar, sondern dieser ist von schwachen Vertiefungen regelmässig durchzogen. Sie liegen zu beiden Seiten des zahnförmigen Tragblattes und in diese flachen Mulden wachsen die Seitenstrahlen zweiter Ordnung herein. Sie entstehen sehr früh, noch ehe die Blüthe völlig entwickelt ist, und verhalten sich in dem Punkte mit den Primärblüthen vollkommen gleich, dass Primord und Tragblatt zu gleicher Zeit in Erscheinung treten.

Die Blüthenentwicklung von Cardiospermum halicacabum L. ist ebenfalls von Payer*) bereits beschrieben worden. Der Blüthe gehen zwei Vorblätter voraus, die in der bekannten Weise zu axoskoper Convergenz gebracht werden. Darauf erscheint nach dem unteren, den geminderten Spross tragenden Vorblatte zu ein relativ sehr grosses Kelchblatt, auf das ein zweites ebenfalls sehr ausgedehntes, dorsal medianes folgt. In die Lücken zwischen beide fügen sich simultan, wenigstens konnte ich keine Zeitintervalle beobachten, die übrigen drei Kelchblätter ein. Von ihnen verwachsen diejenigen beiden, welche bei regelmässiger, spiraler, succedaner Entstehungsfolge als s^3 und s^5 zu beziffern wären, sogleich nachdem sie aus dem Primordium hervorgebrochen sind. Die Anlage der Blumenblätter macht sich sehr früh bemerklich, namentlich sind die Läppchen zwischen s^1 und s^4, sowie zwischen s^2 und s^4 sehr deutlich, in minderem Grade erkennt man die zwischen s^2 und s^5 und s^1 und s^3, an derjenigen Stelle aber, wo das fünfte Blumenblatt zu erwarten wäre, habe ich niemals auch nur die winzigste Andeutung desselben gesehen. Die Ursache, dass sich bei Cardiospermum halicacabum nur 4 Blumenblätter entwickeln, wird klar, wenn man sich die Blüthe in diesem Entwicklungszustande betrachtet. Die Stelle, an welcher die Entstehung des Blumenblattes unterbleibt, ist nämlich zwischen s^3 und s^5 gelegen. Ich habe aber soeben mitgetheilt, dass diese beiden Sepalen mit einander frühzeitig verwachsen; ein Lücke, in die der Blüthenboden die Läppchen hineinsenden

*) Payer Organogénie de la fleur t. 32.

könnte, ist nicht vorhanden, das Doppelorgan umfasst ihn vielmehr kappenförmig an diesem Orte und liegt ihm eng an.

Die Staubgefässe sah ich stets simultan auftreten, und zwar befanden sich 5 von ihnen vor den Kelchblättern, drei aber zwischen je zwei von ihnen, dabei lagen sie symmetrisch zu der später so ausgeprägten Zygomorphieebene, die s^4 halbiert und zwischen s^3 und s^5 durchschneidet. Zwei von ihnen befinden sich zwischen s^1 und s^4 und s^1 und s^2, das dritte zwischen s^3 und s^5. PAYER hat einen anderen Anlagemodus für das Androeceum angegeben. Nach ihm entstehen die Staubgefässe zwischen s^4 und s^1 und zwischen s^4 und s^2 zuerst, dann die nächsten 4 an der Symmetrale paarweise fortschreitend, endlich das zwischen s^3 und s^5 und zugleich das vor s^4. Ich konnte an meinem Beobachtungsmateriale diese Angabe nicht bestätigen, wohl aber beobachtete ich, dass die Glieder von Anfang an verschiedene Grössen hatten und dass diejenigen, welche PAYER als die zuerst entstandenen ansah, die übrigen nicht unerheblich überragten.

Die Karpiden entstehen an den Ecken eines dreilappigen Blüthenbodens, für welchen, wie wir schon wiederholt beobachtet haben, die Staubgefässe vor den Kelchblättern s^3, s^4 und s^5 die Contaktkörper bildeten. Bis zu diesem Punkte werden wir keinen Anstand nehmen, die Blüthe als aktinomorph zu betrachten, denn die sehr erhebliche Ungleichheit der Kelchblätter wird ja gemeinlich bei der Beurtheilung dieses Symmetrieverhältnisses unberücksichtigt gelassen. Später aber findet eine sehr beträchtliche Dehnung im Blüthenboden statt, welche hauptsächlich in der Richtung des Kelchblattes s^4 gefördert ist. Durch dieselbe wird schon sehr frühzeitig das Contaktverhältniss, unter dem die Ausbildung des Fruchtknotens sich vollzog, gestört und überdiess die ausgeprägte Zygomorphie hervorgebracht, welche für die Blüthe von Cardiospermum charakteristisch ist. Auf die Besprechung der theoretischen Interpretation der Blüthen von Acer und Cardiospermum kann ich um so eher verzichten, als der Beziehungen zwischen ihnen und Tropaeolum nicht wenige sind, und ich manches Detail wiederholen müsste, das ich bereits dort vorgebracht habe.

1. Die Blüthen der Lobeliaceen.

Die Gattung Lobelia ist desswegen wichtig, weil sie einen anderen Typus der Kelchstellung besitzt, als gewöhnlich bei den aktinomorph-pentameren Blüthen angetroffen wird. Aktinomorph sind aber auch diese Blüthen gerade so, wie die von Tropaeolum, indem ihre zygomorphe Ausbildung erst nach Anlage sämmtlicher Blüthencyklen zu Tage tritt.

Ich untersuchte folgende Pflanzen: Lobelia erinus L., inflata L., stricta, syphilitica L., Isotoma senecioidea DC. und Monopsis debilis Prsl. Als besonders empfehlenswerth für das Studium muss ich Lobelia erinus und Isotoma senecioidea erwähnen. Die erstere ist eine auch in Ziergärten und in Topfculturen vielfach anzutreffende Pflanze, sie ist leicht zu beschaffen, und wenn auch die Anlagen klein sind, so sind sie doch gut frei zu legen; am wenigsten zu empfehlen sind wie gewöhnlich die behaarten Formen, wenn schon auch sie einen indumentlosen Gipfel besitzen. Sich durch die Bekleidung der oberen Organe durchzuarbeiten, macht aber immer Mühe und führt leicht eine Verletzung der Spitzen herbei. Eine bestimmte Zeit zur Untersuchung abzugrenzen ist nicht nothwendig, der ganze Sommer liefert bis zum Herbste überreiches Material.

Alle zu den Lobeliaceen gehörigen Pflanzen haben einen tief gelegenen Vegetationskegel, der von den letzten Neubildungen hoch überragt und verdeckt wird (Taf. VIII, Fig. 12). Die gröbere Untersuchung zeigt, dass die Blüthen spiral angeordnet sind und ausnahmslos aus der Achsel von Tragblättern hervortreten. Sie haben meistens der Angabe der Morphologen zufolge zwei seitliche Vorblätter, nur bei L. Dortmanna L. sollen dieselben vollkommen fehlen. Ich fand diese Organe in der Gestalt kleiner, keulenförmiger Höckerchen von etwas fleischiger Consistenz in der Nähe des sehr frühzeitig entwickelten Pedicellus oder an ihm befestigt. Bei Isotoma senecioidea stehen dieselben mehr oder weniger deutlich mit dem grossen laubigen Tragblatte in Verbindung (Taf. VIII, Fig. 15 *Dr*). Dicht daneben oder etwas höher herauf befinden sich an den Seiten des Blattes bei derselben Pflanze noch ein, zuweilen auch zwei Paar ganz vollkommen gleicher Gebilde (*Dr'*), die ihrem Wesen nach nicht verkannt werden können: sie sind Blattlacinien. Auch Lob. inflata hat die gleichen Organe an den Blättern.

Der Kelch ist ausnahmslos pentamer, das unpaare Kelchblatt fällt aber nicht wie gewöhnlich nach hinten, sondern nach vorn (Taf. VIII, Fig. 15 *fl*). Die Stellung der Sepalen wird also durch $\frac{2}{3}$ ausgedrückt. Die Morphologen sehen jenes als das zweite an und nennen daher die Blüthe im Braun'schen Sinne vorn-, im Eichler'schen hintumläufig. Welchen Ausdruck man immer wählen mag, nothwendig setzt die Vorstellung voraus, dass die beiden Vorblätter nach vorn convergieren. Die Prüfung der Blüthen zeigt indess an ihnen keine phylloskope Convergenz, dieser Umstand, sowie das gelegentliche Fehlen der Vorblätter legt die Vermuthung nahe, dass eine solche, wenn auch nur formal gedachte Beeinflussung des Spiralganges durch die Vor-

blätter nicht existiert. In die mechanische Sprache übertragen würde dies heissen, dass die Vorblätter einen Contakt, wie ihn die Kelchstellung vermuthen lässt, nicht nachweisbar bewirken dürften.

Die Entwicklungsgeschichte giebt über die Entstehung der Blüthe folgende Aufschlüsse. An dem relativ sehr kleinen Vegetationskegel *v* (Taf. VII, Fig. 12), der einem flachen dreiseitigen Polster von nur 0,1 mm grösstem Durchmesser gleicht, entsteht im Contakte mit den bereits entwickelten Blüthen ein Blatt *f*. Dieses fügt sich immer derartig zwischen die vorhergehenden Gebilde ein, dass f^n zwischen fl^{n-2} und fl^{n-3} fällt. Die schärfste Kante des Vegetationskegels ist dann zwischen fl^{n-1} und fl^{n-2} gelegen. An dieser Stelle erzeugt er wieder nach dem Auseinanderweichen der beiden Blüthen, in den dadurch frei werdenden Raum hinein das nächste Phyllom. Der Zusammenhang dieser Orte der Neubildung mit den gewöhnlichen Contaktverhältnissen bei spiral angelegten Gliedern wird nach den früheren Auseinandersetzungen klar sein. Jeder neue Körper tritt mit den Körpern der gewöhnlichen Contaktzeilen in nähere Beziehung und die spiralige Aneinanderreihung der Blüthen nach den Divergenzen des Grenzwerthes wird hierdurch bedingt.

Kaum ist das Blatt entstanden, so wächst es äusserst schnell heran, indem es zunächst den ihm zwischen den Blüthen gebotenen Raum ausfüllt. Durch ein dorsal gefördertes Wachsthum krümmt es sich bogenförmig über den Vegetationskegel hinweg (Taf. VIII, Fig. 13 [unter Fig. 2]). Es bedarf also verschiedener Wendungen, um zu sehen, was unter seiner Bedeckung vor sich geht. Man kann es zwar auch abtragen, indess ist diese Vornahme nicht ganz leicht ohne Beschädigung des Vegetationskegels auszuführen. In der Richtung der Transversale zu dem Blatte bildet sich eine seichte Furchung am Vegetationskegel, die ein Achselprimord abschneidet. Dieses streckt sich, indem es sich in eine sehr ausgesprochene Concavität des Tragblattes einschmiegt, nach vorn (Taf. VIII, Fig. 12 fl^2). Indem es die gerundet dreiseitige Form annimmt, erscheinen zu gleicher Zeit hinten, nach dem Vegetationskegel zu, unterhalb der Seitenränder zwei Läppchen von äusserst winziger Grösse (Taf. VIII, Fig. 12 und 13). Sie messen nur 0,02 mm und entziehen sich desshalb, wenn man nicht genau hinsieht, leicht der Beobachtung. Das Blüthenprimordium erhebt sich über sie und breitet sich aus, so dass man die ersten Ausgliederungen bald nur dann noch wahrnimmt, wenn man die Blüthe von der Seite betrachtet. Dabei wird es 5-kantig, ohne dass bis jetzt die Spur eines Blattes zu bemerken ist. An den 5 Ecken bilden sich in Begleitung einer Depression des Blüthenbodens 5 kleine Läppchen simultan aus (Taf. VIII, Fig. 14) und zwar in ganz ähnlicher Weise, in welcher die

Blumenblätter an einer Blüthe von Galium erscheinen. Eine regelmässige Spiralfolge ist somit bestimmt nicht zu constatieren. Bald nachher wird indess zwischen ihnen eine Grössendifferenz bemerklich, indem das vordere unpaare Blatt, welches auf die Concavität des Tragblattes zugekehrt ist, die übrigen nicht unbeträchtlich überragt; die rückwärts gelegenen Höcker in der Nähe des Vegetationskegels bleiben kleiner und die seitlichen nehmen eine mittlere Grösse ein. Die Differenz bleibt auch an weiter entwickelten Blüthen erhalten, wie Taf. VIII, Fig. 15 *fl* zeigt, die Isotoma senecioidea entnommen ist.

Die weitere Entwicklung bietet keine nennenswerthen Besonderheiten. Die Blumenkrone erscheint simultan in der Form von 5 Höckern zwischen den Sepalen. Nicht minder zeigen sich an dem Raume der schüsselförmigen Vertiefung, welche die Einleitung zur Bildung des unterständigen Fruchtknotens darstellt, die 5 Kalotten der Staubgefässe. Einer in der Richtung der Mediane liegenden Dehnung entsprechend folgen darauf 2 Karpiden.

Diejenigen Blüthen, welche auf kurzen Stielen in den Blattachseln sitzen, erhalten zur Zeit der Anthese ihre eigenthümliche Resupination dadurch, dass sie eine Viertelwendung machen und bald rechts bald links aus dem Raume zwischen Blatt und Axe überkippen. Der Process ist genauer von Noll studiert und beschrieben worden. Die mit langen Stielen versehenen aber überragen den Sprossscheitel und lassen ohne eine Drehung die Blüthe einfach nach derjenigen Seite, welche von dem Tragblatte abgewendet ist, überkippen. Ich habe diese für Orchis besonders schon von Noll hervorgehobene Eigenthümlichkeit an Monopsis debilis, Isotoma und langstieligen Lobelien wie L. tenuior R. Br. nachweisen können. Dass, wie mehrfach behauptet wird, auch diese eine Drehung des Blüthenstieles erfahren, bin ich nicht im Stande gewesen, zu beobachten.

Auf diese Weise erlangt die Blüthe die gewöhnliche zweilippige Form, bei der die Unterlippe zwei, die Oberlippe drei Kelchabschnitte besitzt, während in der mehr auffallenden Blumenkrone das umgekehrte Zahlenverhältniss herrscht. Ich kenne nur wenige Fälle, welche bei der Resupination die entgegengesetzte Blüthenlage bieten. Die Gattung Alonsoa nämlich legt ganz normale zweilippige Blüthen an. Trotzdem vollzieht sich vor der Anthese eine Wendung und durch den seitlichen Austritt der Blüthe wird nun eine zweigliedrige Unterlippe und eine dreigliedrige Oberlippe der Blumenkrone erzielt.

Die wesentlichste Eigenthümlichkeit in der Entwicklungsgeschichte der Lobeliaceenblüthe ist in der Thatsache zu finden, dass sich das Primordium über die beiden ersten winzigen Anlagen erhebt,

5-lappige Gestalt erhält und simultan die Kelchabschnitte hervorbringt. Wir besitzen eine kurze Erwähnung über diesen Process von HOFMEISTER*), welcher die Anlage zweier Blüthen abbildet. Auch nach seiner Darstellung ist von einer spiraligen Ausbildung der Sepalen keine Andeutung zu bemerken, seine Zeichnung stimmt vielmehr mit meinen Beobachtungen für die grössere Blüthe vollkommen überein.

PAYER**) giebt zwar an, dass er die Anlagefolge bei Tupa ignescens dem Quincunx gemäss gesehen habe, und EICHLER benutzt diese Untersuchungen zur Stütze der Deutung, dass die Blüthe in dem Kelche vornumläufig sei, indess ist der erste Zustand, welchen PAYER abbildet, schon viel zu weit vorgeschritten, als dass ich aus der Zeichnung die Richtigkeit seiner Beobachtung zu beurtheilen vermöchte.

Läge bei den Lobeliaceen in der That die Umkehrung der bei den aktinomorph-pentameren Blüthen gewöhnlichen Verhältnisse vor, so müsste diejenige Configuration der Vorblätter gefunden werden, die ich oben für Euphorbia nachgewiesen habe, d. h. sie müssten durch ein in der axoskopen Richtung gefördertes Wachsthum des Primordiums phylloskop zusammengeschoben sein. Eine derartige Veränderung eines ursprünglich quergedehnten und dann zu kreisförmigem Umrisse abgerundeten Zellkörpers findet nicht statt, dies wird bereits sowohl durch PAYER's wie HOFMEISTER's Zeichnungen klargestellt. Die ersten Produkte des Achselprimordiums convergieren vielmehr in überaus klarer Weise nach hinten zu; indem aber jene Voraussetzung wegfällt, wird auch nach rein formaler Hinsicht der Vorstellung, als ob eine vornumläufige Blüthe vorliege, der Boden entzogen. In der That muss auch dieses Stellungsverhältniss von den früheren Morphologen erkannt worden sein, denn während bei Tribulus ausdrücklich, allerdings irrthümlich die phylloskope Convergenz betont wurde, wird in der Besprechung der Lobeliaceen die Disposition der Vorblätter nirgends berücksichtigt.

HOFMEISTER hat in dem Umstande die ursächliche Bedingung der Kelchstellung gefunden, dass »die Verbreiterung der einander abgewendeten Ränder des Grundes der zwei Vorblätter gleichmässig ist«. Er meinte dabei, dass das erste Kelchblatt der Entstehung nach das vordere sei. Aus seiner eigenen Figur geht aber hervor, dass die 5 Kelchblätter sich simultan ausgliedern, wodurch die von ihm geäusserte Ansicht für Lobelia wenigstens aufgehoben wird. In diesen Blüthen haben wir zweifellos eine Abweichung von der ziemlich häufigen spiralen Anlage vor uns, und wenn uns schon oben ähnliche Fälle

*) HOFMEISTER Allgemeine Morphologie 507. Fig. 143.

**) PAYER Organogénie de la fleur t. 149. Fig. 9—27.

bei den Rubiaceen und anderen Familien bezüglich der ersten Ausgliederung der Blüthenphyllome begegnet sind, so werden uns im folgenden noch weitere Varianten zu beschäftigen haben. Die Blüthenprimordien werden durch eine Dehnung über die nächsten Contaktorgane so weit gehoben, dass diese für den weiteren Ausbau von keiner Bedeutung mehr sind, und nur dadurch ist einmal die Beobachtung zu erklären, dass die beiden dorsalen Kelchblätter über sie und hinter sie fallen können, und zweitens, dass das gelegentliche vollkommene Ausbleiben der Vorblätter auf die Stellung des Kelches ohne irgend welchen Einfluss ist.

Die Tragblätter der Lobeliaceen sowohl wie mancher Campanulaceen sind für eine mediane Dehnung des Primordiums, ebenso wie für die spätere besondere Vergrösserung des vorderen Kelchblattes durch ihre concave Form ganz besonders vorbereitet. Ich glaube aber, dass auch noch ein anderes Moment in Betracht kommt, welches seine Bewegung nach vorn wesentlich unterstützt.

Ich bin nicht ganz darüber ins Reine gekommen, ob die als Vorblätter der Blüthen ausgesprochenen kugeligen Knöpfchen wirkliche dem Primordium angehörige Phyllome sind, oder ob sie nicht unmittelbar an der Berührungsstelle des Tragblattes mit dem Primordium aus jenem hervorgehen. Die Art ihres Hervortretens stimmt mit der, wie gewöhnlich die Vorblätter erscheinen, nicht ganz überein, sie bringen niemals Seitenstrahlen hervor, ihre Form ist eine ganz aussergewöhnliche, ausser bei gewissen Campanulaceen*) habe ich sie sonst nicht wieder angetroffen. Noch weiter wird ihre Vorblattnatur desswegen fraglich, weil sich bei vielen Lobeliaceen und Campanulaceen die untersten Blattlacinien von ganz gleicher Natur erweisen.

Ich habe nun besonders bei Specularia speculum DC., welche ihre Kelche genau in derselben Weise, zuweilen allerdings mit einer geringen Abweichung von der Medianlage des ersten Kelchblattes, entwickelt (Taf. VIII, Fig. 16), recht deutlich gesehen, dass sich zwei solche Körperchen *Dr*, zuweilen auch 4 jederseits wie Bälle zwischen Tragblatt und Axe einschieben, gerade so als wenn sie Schwellkörper wären, die das Blatt von der Axe abdrängten.

Bei Specularia speculum finden sich an der Blüthe zwei wirkliche Vorblätter (Taf. VIII, Fig. 16 α und β), die aus ihren Achseln Seitenstrahlen zu der Primanblüthe hervorbringen. Sie sind stets ungleich gross und man müsste nun, wenn die Hofmeister'sche

*) Vielleicht könnte man auch noch die bei der Iberis sempervirens erwähnten drüsigen Körper, die ebenfalls für Vorblätter gehalten wurden, hierher rechnen.

Ansicht richtig wäre, erwarten, dass das erste Kelchblatt als das erste Element eines Spiralsystemes auf das kleinere zu gestellt wäre und dass die gewöhnliche Disposition $\frac{3}{2}$ sich entwickeln müsste. Von dem Gange der Ausbildung, welchen Lobelia bietet, wird aber nicht abgewichen; an dem emporgehobenen Primord erscheinen vielmehr die Sepalen simultan in der Relation $\frac{2}{3}$ (Taf. VIII, Fig. 16 *fl*). Bei anderen Campanula-Arten scheint indess PAYER's*) Angaben zufolge die gewöhnliche Anordnung der pentameren aktinomorphen Blüthen anzutreffen zu sein. Diese Familie bedarf also erneuter genauer Prüfung.

m. Die Blüthen der Gattung Primula.

Die Blüthen der Primulaceen haben wegen der an dieselben sich knüpfenden theoretisch-morphologischen Fragen wiederholte Darstellungen**) bezüglich ihrer Entwicklungsgeschichte gefunden. Ich habe mehrere Arten von Primula untersucht und auch Lysimachia clethroides DC. in das Bereich meiner Studien gezogen. Von der ersterwähnten Gattung kann man Primula officinalis JACQ. und elatior JACQ. den ganzen Sommer über und auch im Winter verwenden, viel bequemer aber und sehr empfehlenswerth sind die Inflorescenzen von Primula Chinensis L., bei der man nur darauf zu achten hat, dass man keine der gefüllten Formen zur Beobachtung wählt. Man kann sie sich vom September bis Anfang März überall leicht käuflich verschaffen; trägt man aber für eine Aussaat im Spätherbste Sorge, so erhält man bis in den Sommer Inflorescenzanlagen. Es giebt wenige Pflanzen, die so leicht zu behandeln sind wie diese, um gute Präparate zu erlangen und allen denjenigen Fachgenossen, welche sich mit derartigen Untersuchungen befassen wollen, wird sie wenigstens für weiter vorgeschrittene Stadien ein sehr handliches Untersuchungs- und Übungsmaterial abgeben. Man braucht nur mit einer scharfen Nadel dicht unterhalb des Vegetationskegels durch einen Stich den Gipfel von dem unteren Theile der Inflorescenz zu trennen, die Begleitblätter der äusseren Blüthen wegzuschneiden, so erhält man in der Regel einen klaren Überblick über den Scheitel des Sprosses.

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 149. Fig. 1.

**) Ausser PAYER Organogénie de la fleur t. 153 sind von besonderer Bedeutung PFEFFER in PRINGSHEIM's Jahrbüchern VIII. 194 und FRANK ebendaselbst X. 204.

Die ersten Vorgänge bei der Anlage der Blüthe sind bis jetzt nicht eingehend geschildert worden. Wie bei den Cruciferen und Lobeliaceen liegt der Vegetationskegel deprimiert (Taf. VIII, Fig. 17 *v*), rings von den bereits weiter entwickelten Blüthen umgeben. Beziffern wir die letzteren nach ihrem Alter in aufsteigender Reihe, so befindet sich fl^{n} zwischen fl^{n-3} und fl^{n-5}, die je nach der Wendung der Spirale rechts oder links von ihr gesehen werden. Ist die Verbindungscurve der Blüthen rechtswendig, d. h. dem Gange des Uhrzeigers conform, so ist die ältere Blüthe fl^{n-5} links, die jüngere fl^{n-3} rechts gestellt, bei dem umgekehrten Verlaufe wechseln beide um.

Diese Disposition wird dadurch zu Wege gebracht, dass der einem flachen Polster gleichende Vegetationskegel sich in alle Lücken hineinzieht, welche zwischen je zwei ihn berührenden und aus ihm hervorgegangenen Organen, durch das Wachsthum der letzteren sich aufthun. Ein Blick auf die Zeichnung wird klar machen, dass, nachdem fl^{6}, fl^{7}, fl^{8} erschienen sind, der nächste Ort für eine neue Blüthe nur bei x liegen kann und dass dann die Stellen zwischen fl^{5} und fl^{7} und zwischen fl^{6} und fl^{8} die nächstfolgenden Plätze für Neubildung sein müssen.

Nachdem der Vegetationskegel einen Keil zwischen die beiden der Lage nach bestimmten Blüthen eingeschoben hat, fl^{8}, wird dieser Lappen durch eine Querfurchung von ihm abgeschnitten. Man würde bis jetzt vergeblich nach einem Tragblatte dieses Sprosses gesucht haben, erst wenn durch eine grössere Lücke Raum für den Durchschnitt desselben zwischen den zwei benachbarten Blüthen geschaffen worden ist, bemerkt man, dass vorn ein Läppchen an dem Primordium sich ausgliedert. Vorläufig kann man noch sehr gut wahrnehmen, dass das Blüthenprimordium kein Achselspross aus einem Blatte ist; später vergrössert sich dieses erste Phyllom, das die Stelle inne hat, welche es bei jedem extraaxillären Sprosse besitzt, so erheblich, dass man die Art der Entstehung nicht mehr vermuthen kann.

Während dessen erhebt sich das Primordium in der Gestalt eines dreiseitigen oben gewölbten Prismas im Contakte zwischen den Begleitblüthen und dem Vegetationskegel; dann rundet es sich ab, wobei aber ein Contakt mit seinem Tragblatte immer noch nicht stattfindet, dieses ist vielmehr zungenförmig nach der Seite zu vorgestreckt, welche vom Vegetationskegel abgewendet ist. Der Scheitel des Primordiums flacht sich nun ab (Taf. VIII, Fig. 18) und erhält zugleich eine seichte centrale Depression. Unterhalb dieser Fläche tritt hierauf eine Einschnürung ein und nun erst erscheinen die 5 Kelchblätter (Taf. VIII, Fig. 19). Meist bemerkte ich die vorderen 3 etwas früher, als die nach rückwärts gelegenen 2 übrigen; nicht zu selten

aber fand ich sogleich 5 fertige minutiöse Höcker am Grunde der apikalen flachen Scheibe. Ich bin natürlich nicht im Stande zu sagen, ob in diesen Fällen nicht gleichfalls die 3 vorderen früher entstanden sind als die zwei letzten, zweifellos liegen aber zwischen dem Erscheinen der Kelchblätter überhaupt nur äusserst kurze Zeitintervalle, die zuweilen wohl bis auf Null zurückgehen könnten.

Die 5 Höckerchen, welche die Kelchblätter zuerst darstellen, fliessen bald durch Verbindungsbrücken zusammen (Taf. VIII, Fig. 17 *fl*[1]) und umziehen das Centrum der Blüthe mit einem schwach fünfzackigen Rande. Ohne dass sich nun der Vegetationskegel lappt, erscheinen auf dem Scheitel neue Höcker, die bis an den Rand des Primordiums reichen. Nicht selten sah ich deren zuerst nur 4 auftreten, die im Anfange nicht immer gleich gross waren, die beiden nach rückwärts gelegenen nämlich fand ich manchmal beträchtlich ausgedehnter, als die zwei vorderen, zwischen denen dann erst, nach einer Dehnung auf der Stirnkante in querer Richtung, das fünfte Staubgefäss eintrat, zuweilen wölbten sich alle 5 gleichzeitig aus dem Körper hervor: Verhältnisse, die wahrscheinlich mit der jeweiligen Form des Primordiums in Verbindung stehen.

Die Stellung der Blüthe ist um diese Zeit ebenfalls nicht ganz constant. Sie ist im Querschnitte durchaus nicht immer kreisförmig, sondern erscheint durch die Berührung mit den Nachbarblüthen mehr oder weniger unregelmässig. Zuweilen sieht man von den jetzt am meisten in die Augen fallenden Staubgefässkalotten 2 in der Nachbarschaft des Vegetationskegels, zuweilen aber auch eine einzelne. Später wird die Differenz aber aufgehoben, indem sich eins der hinteren Kelchblätter der Blüthe fl^{n} in die Lücke zwischen fl^{n+3} und fl^{n+5} hineinpresst. Bei der Abrundung zu kreisförmigem Querschnitte ist nunmehr die Orientierung der Blüthe dergestalt fixiert, dass das eine Kelchblatt nach dem Axencentrum hinzeigt: die Disposition $\frac{3}{2}$ ist gewonnen, welche an der entwickelten Blüthe wahrgenommen wird.

Der Raum zwischen den Staubgefässprimordien und dem Kelche vergrössert sich später, wobei die ersteren in dichtem seitlichem Anschlusse an einander bleiben. Auf der freien Platte unterhalb der Kalotten stellen sich die Blumenblätter ein, von denen bisher eine Spur nicht nachgewiesen werden konnte. Das Blüthencentrum wird dann von einem Ringwalle umgeben, welcher den Fruchtknoten bildet.

Die von mir schon mehrfach gemachte Erfahrung, dass unter anderen Bedingungen auch ein anderer Modus der Entwicklung gefunden wird, bewahrheitete sich auch in dieser Familie. Bei Anagallis arvensis L., die durch decussierte Blattstellung ausgezeichnet

ist, fand ich eine simultane Ausgliederung des Kelches an einem 5kantigen Primord, das in der Achsel eines Tragblattes entstand. Aber selbst bei Primula Chinensis fand ich Abweichungen vor.

Die Beschreibung der Blüthenentwicklung, welche ich bis jetzt gegeben habe, bezieht sich auf solche Blüthen, welche im Herbste zur Entwicklung gelangen. Ich hatte aber schon früher die Beobachtung gemacht, dass der Vegetationskegel an den Inflorescenzen im späteren Winter seine Gestalt verändert, dass er schlanker wird und dass die Blüthen viel lockerer unterhalb desselben angeordnet sind. Von denselben Aussaaten, die mir das Herbstmaterial geliefert hatten, prüfte ich einige Stöcke im März und fand nun durchaus veränderte Verhältnisse.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass sich bei vielen Arten von Primula, namentlich sehr ausgeprägt bei Primula Japonica und ihren Verwandten, die Blüthenstandsaxe verlängert, nachdem sie einen Kranz von Blüthen erzeugt hat, und in höheren Etagen neue Dolden entwickelt. Auch bei Primula Chinensis tritt diese Erscheinung, wenn auch nur in minderem Grade ein, sie hat gewöhnlich nur zwei Blüthenetagen übereinander. Im Spätwinter nehmen die Inflorescenzen an Blüthenzahl ab und endlich hört die ganze Entwicklung auf. Untersucht man nun diese in der Blüthenausbildung erschlaffenden Inflorescenzen, so findet man, dass der Vegetationskegel viel kleiner ist, er misst im Durchmesser nur die reichliche Hälfte (0,12—0,15 mm) von dem, welcher im Herbste üppig Blüthen ausgliederte (0,21 mm), und erzeugt fortgesetzt Blätter, in deren Achseln nachträglich Blüthenprimordien erscheinen. Die Tragblätter derselben wachsen sehr schnell heran und überdecken das Primord, welches die Gestalt eines quergedehnten Ellipsoids annimmt. Nun entstehen auch succedan zwei Phyllome und zwar das erste auf die ältere Nachbarblüthe zu, das zweite nach der jüngeren hin gelegen. Während sich dieselben sehr erheblich vergrössern, rundet sich das Primord zu einem im Querschnitte kreisförmigen Körper ab; wie gewöhnlich gelangen die beiden Primärblätter zu axoskoper Convergenz und in die vordere grössere Lücke treten zwei Blätter, die hintere kleinere wird von einem geschlossen. Diese Blüthenanlagen sind sogleich an der ausserordentlichen Grösse der zwei seitlichen Phyllome zu erkennen, sie messen an der Insertionscurve 0,12 mm, die kleinsten beiden haben an dieser Stelle eine Breite von 0,07 mm. Ich habe nicht die Thatsache feststellen können, dass diese Gebilde sich weiter entwickeln, obschon sie ziemlich hohe gewölbte polsterförmige Centren besitzen; die benachbarten, Staubgefässe enthaltenden Blüthen hatten vollkommen oder fast gleiche Kelchblätter.

Bei Primula officinalis, elatior und auricula, wahrscheinlich also bei den Arten, welche minder reiche Inflorescenzen als Primula Chinensis erzeugen, ferner bei Pr. obconica scheinen auch die Tragblätter, wenigstens der letzten Blüthen vor den Blüthenprimordien zu erscheinen. Die Kelchblätter, die vorn das Tragblatt berühren, treten bei diesen zuerst auf, das dorsale zuletzt.

Ferner beobachtete ich bei den letzterwähnten Arten, dass die Blumenblätter nicht aus dem Blüthenboden unmittelbar hervortraten, sondern dass sie mit den Staminalkalotten mehr oder weniger hoch verschmolzen waren und nur theilweise auf jenem sassen.

Aus diesen Beobachtungen, nach denen innerhalb desselben Verwandtschaftskreises Abwandlungen in dem Entwicklungsgange der Blüthen reichlich vorkommen können, geht hervor, dass man sehr vorsichtig sein muss, aus den Erfahrungen, welche man an einem beschränkteren Materiale sammelt, Schlüsse auf den allgemeinen Typus zu ziehen. Zugleich aber wird durch dieselben erklärt, dass verschiedene Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Primulablüthen ganz wohl neben einander als richtig bestehen können.

Vergleichen wir die Blüthenentwicklung der Gattung Primula mit derjenigen anderer Pflanzen, so können wir nur diejenigen Formen in Betracht ziehen, bei welchen die Blüthen an einem deprimierten Vegetationskegel in ähnlicher Weise ausgegliedert werden. Nach meinen Erfahrungen sind dann nur die Cruciferen, Capparidaceen und Lobeliaceen ins Auge zu fassen. Sämmtliche 4 Typen haben ein gemeinsames Merkmal, dass ihre Blüthen nämlich keine Vorblätter entwickeln oder wenigstens keine Organe, die zweifellos mit den echten Vorblättern homolog zu setzen wären. Wir sind zwar in der Gattung Iberis kleinen warzenartigen Gebilden begegnet, die für Bracteolen angesehen worden sind, ich habe aber nachgewiesen, dass dieselben Dinge an der Basis der Laubblätter ebenfalls auftreten, und auch bei den Lobeliaceen konnte ich nicht die Überzeugung gewinnen, dass die kugelförmigen Körperchen mit den Vorblättchen homolog wären, da sie in der Form basaler Blattlacinien ebenfalls angetroffen werden. Jedenfalls bringen diese Gebilde niemals Seitenstrahlen hervor. Auch ihre Entstehung unterhalb des Scheitels am Blüthenprimordium ist der Annahme, dass sie Bracteolen seien, wenig günstig. Die Abwesenheit echter Vorblättchen scheint also mit der eigenthümlichen Gestalt des Vegetationskegels im Zusammenhange zu stehen.

Ferner tritt bei allen zu diesen Familien gehörigen Pflanzen, so weit ich sie kenne, nach der Entstehung des Primords ein anderer Entwicklungsgang auf, als er sonst bei echten axillären Blüthen an

Axen mit hoch kegelförmigem Vegetationskegel geläufig ist. Ehe die Blätter erscheinen, finden mannigfache Gestaltveränderungen statt, die nun nicht mehr gestatten, dass die Blüthe einen deutlich echt spiral disponierten Kelch, dessen Elemente in verschiedener Insertionshöhe befestigt sind, erzeugen. Bei Pflanzen mit aktinomorph-pentamerem Bau bei den Lobeliaceen sowohl als bei Primula — und ich habe vielen Grund, diese Behauptung auf die Gattung Lysimachia, Samolus, Anagallis, Cyclamen und Dodecatheon auszudehnen — haben nämlich die Kelche keine klare oder constante Deckung, ein Umstand, der sehr dafür spricht, dass die Sepalen in allen Fällen eine Anlage zeigen, die mit einem irgend wie orientierten Quincunx nicht übereinstimmt. Es ist eine von mir sehr oft gemachte Erfahrung, dass kleine und offene Kelche ihre Elemente simultan, oder ohne bestimmte spirale Reihenfolge entwickeln; ich brauche nur auf die verschiedenen von mir besprochenen Rubiaceen, die Aceraceen, die Urticaceen, Oleaceen aufmerksam zu machen. Man wird leicht einsehen, dass solche Gebilde, die in derselben Insertionszone entspringen, jene regelmässige Aestivation auch nicht gewinnen können; entweder werden sie überhaupt keine Deckung erlangen, oder sie werden bei erheblicher seitlicher Verbreiterung mannigfache »Metatopieen« zeigen; dass dieselben bei den Primulaceen sehr häufig sind, ist eine bekannte Thatsache.

Wenn man nun bei den Primulaceen stets diejenigen Verhältnisse der Kelchdeckung herausgelesen hat, welche die Ordnung hervorbringt, dass die zwei nach hinten gestellten Sepalen als die genetisch ersten angesprochen werden, so ist dies eine Praxis, die in der wirklichen Genesis nicht begründet ist, wenigstens soweit meine Erfahrung reicht. Selbst der Umstand, dass unter anderen Anlagebedingungen, wenn nämlich die Axe von einem höheren kegelförmigen Vegetationskegel abgeschlossen wird, zwei axoskop convergierende Phyllome zuerst auftreten, kann eine Auswahl im theoretischen Sinne nicht unterstützen, denn ich habe über die Natur dieser Gebilde keine Ansicht erlangen können. Geflissentlich habe ich vermieden, diese ersten beiden Blätter als Sepalen zu bezeichnen, weil keinesfalls die Sicherheit vorliegt, dass sie wirklich Kelchblätter sind. Die Gebilde entwickelten sich nicht über die Anlage jener 5 Blätter heraus, Staminalkalotten fügten sich nicht ein und desswegen ist der Schluss noch nicht gestattet, dass sie Blüthen sein müssen, sie können ebenso wohl Infloreseenzanlagen sein oder junge vegetative Sprosse.

Ich bin daher der Ansicht, dass man die Disposition des Kelches durch $^3/_2$ ausdrücken muss, dass aber kein Grund vorliegt zu meinen, dieser Kelch sei spiral disponiert und zwar seien s^1 und s^2 in die

Stelle der Vorblätter α und β getreten. Man wird diese Annahme nur gewinnen, wenn man sie durch theoretische Unterstellungen, durch ein verspätetes Erscheinen künstlich construiert, die wirkliche Genesis giebt keine Stütze für dieselbe.

Über die weitere theoretische Interpretation der Blüthe von Primula habe ich einige Bemerkungen bereits bei Statice gemacht; die ganze Angelegenheit ist schon wiederholt von den hervorragendsten Morphologen discutiert worden. In neuester Zeit hat Pax*) eine sehr vollständige und klare Auseinandersetzung aller einschlägigen Fragen mitgetheilt. Man betrachtet gegenwärtig die Primulaceenblüthe als typisch decandrisch; der eine Kreis und zwar der äussere zeigt eine mehr und minder grosse Neigung zum Schwinden oder ist vollkommen abortiert, bei Samolus, Lysimachia und einigen anderen Primulaceen ist er in der Form von Schüppchen noch erhalten. Als Stütze der Theorie werden ferner die Myrsinaceen, bei denen die gleichen Gebilde gefunden werden, und die Sapotaceen, bei welchen an ihrer Stelle Staubgefässe vorkommen, betrachtet. Ausserdem werden zum Beweise für die Richtigkeit Vergrünungen herangezogen.

Die teratologischen Erscheinungen können meines Erachtens wenig beweiskräftig sein, weil sie immer erst die richtige Interpretierung voraussetzen und weil die einander widersprechendsten Hypothesen mit ihrer Hülfe belegt werden können. Jene Schüppchen, welche von Eichler und Anderen für Staminodien erklärt werden, erscheinen erst nach den Karpiden und zwar in gleicher Insertionshöhe mit den Staubgefässen: beide Thatsachen sprechen gegen die Behauptung, dass dieser Kreis ein äusserer und daher auch früher auftretender ist. Durch die Annahme einer Verschiebung und einer Verspätung der Anlage allein, die beide congenital resp. phylogenetisch vorgestellt werden, kann also dasjenige Schema gewonnen werden, welches für das normale Primulaceendiagramm gilt. Ich habe bei den Gramineen bereits darauf hingewiesen, dass die Annahme, die hexandrischen und polyandrischen Formen seien neuere, durch Ampliation weiter ausgebildete Gestalten, sich ebenso begründen lässt, wie die umgekehrte Ansicht, dass die triandrischen Gräser durch Reduktion fortgeschrittene Formen darstellen. Wenn ich mir die Blüthenentwicklung von Samolus betrachte, so kann ich diesen Gedanken ebenfalls vertreten. Die Blüthe von Oryza war dadurch ausgezeichnet, dass am Primordium nach dem Auftreten der Staminalkalotten noch genügende Räume blieben,

*) Pax Monographie der Gattung Primula. Leipzig 1888. p. 40.

in die sich ein zweiter Staminaldrilling einfügte. Das Gleiche gilt von *Samolus*: während *Primula* seine Kalotten dergestalt anlegt, dass die Abstände zwischen ihnen sehr gering sind, werden bei jenem so grosse Lücken gelassen, dass nachher noch jene kleinen Körperchen, die man wohl mit Recht den Staubgefässen homolog setzt, auftreten können. Den Versuch, die Superposition von Petalen und Staubgefässen durch die Einschaltung dieser Staminodien zwischen ihnen zu erklären, kann ich durchaus nicht als gelungen ansehen.

Wir müssen uns nach und nach daran gewöhnen, in dem Blüthensprosse einen Körper zu sehen, an dem andere Ausgliederungsvorgänge statt haben, als an den vegetativen Axen. Ich habe schon die mannigfachsten Abweichungen von dem spiralen Gange der Anlagefolge nachgewiesen. Die *Plumbaginaceen* und *Primulaceen* erweitern die bei den *Iridaceen**) bereits durchgehends gemachte Erfahrung, dass sich unter den Staubgefässen neue Organe einfügen können. Das Gesetz der Alternanz wird nicht blos durch Superpositionen, sondern auch durch Infrapositionen gestört.

n. Die Blüthen der Umbelliferen.

Die Blüthen der *Umbelliferen* sind wiederholt ihrer Entwicklungsgeschichte nach untersucht worden**). Eine der besten Arbeiten ist die durch theoretische Erwägungen nur mässig beeinflusste Studie, welche Sieler veröffentlicht hat. Von Jochmann und Buchenau ist die Ausbildung des Fruchtknotens genauer geprüft worden, die ich hier, weil sie zu den späteren Veränderungen gehört, nicht zu behandeln gedenke.

Am zweckmässigsten fand ich *Anthriscus silvestris* für die Untersuchung. Die Pflanze legt die ersten Blüthenstände bereits im Sommer und Herbste an, überwintert in diesem Zustande und gewährt also die Möglichkeit, sie auch in der kalten Jahreszeit zu untersuchen. Die Behandlung des Objektes ist im Ganzen leicht, so dass es zur Einführung in diese Studien gut zu gebrauchen ist. Wenn man die Pflanze im ersten Frühlinge vornimmt, so kann man an ihr sämmtliche Entwicklungsstadien der Blüthe leicht verfolgen; nur die genaue Festsetzung über die Anlage der ersten Organe erfordert eine grössere Sorgfalt und einige Übung.

*) Nach neueren Untersuchungen verhält sich *Crocus* den übrigen *Iridaceen* gleich.

**) Die wichtigsten Arbeiten sind folgende: Jochmann De Umbelliferarum structura et evolutione nonnulla, Breslau 1855; Payer Organogénie de la fleur t. 88; Sieler in Botanische Zeitung 1870. p. 363.

Die Keimpflanze erzeugt zunächst eine grössere Reihe von Blättern, welche in spiraler Anordnung auf einander folgen, und schliesst den Gipfel endlich mit einer Inflorescenz ab. Aus den Achseln der Blätter entwickeln sich Seitenstrahlen, die endlich wieder in einen Blüthenstand auslaufen. Unter diesen sprossen dann zwischen ihnen und dem Tragblatte noch einzelne Beiknospen hervor. Die am weitesten entwickelten Inflorescenzen liegen nach dem Gipfel zu, je weiter man an dem Stocke herabsteigt, desto weniger sind die Blüthenstände ihrer Ausbildung nach vorgeschritten. Die untersten Inflorescenzen sind reichlicher beblättert, die Phyllome erzeugen wiederum Inflorescenzen und zwar haben diese gradweise geringere Beblattung, bis schliesslich vollkommen nackte Blüthenstände, d. h. solche ohne begleitende Laubblätter vorliegen.

Jeder Seitenstrahl, mag er zunächst Blätter hervorbringen oder unmittelbar einen Blüthenstand erzeugen, hat zuvörderst die Form eines von vorn nach hinten zusammengedrückten, im Querschnitte also ungefähr elliptischen Zellkörpers. Dementsprechend entstehen an ihm zwei zum Tragblatte transversal gestellte Neubildungen. Welcher Natur dieselben sind, ist von keiner Bedeutung für den Ort der Entstehung. Daraus geht hervor, dass sie bald zwei Laubblätter, bald ein solches und ein Blüthenstandsprimordium, bald zwei derselben darstellen. Durch eine Dehnung des Körpers nach vorn in die scheidig erweiterte Blattbasis werden die beiden zu axoskoper Convergenz gebracht und dementsprechend entsteht das dritte Organ vorn, schräg auf das erste zufallend, das vierte erscheint dorsalmedian. Die folgenden Glieder halten nur dann den regelmässigen Gang des spiralen Systemes ein, falls sie Laubblätter sind; haben wir dagegen einen Lateralstrahl vor uns, der Inflorescenzprimordien hervorbringt, oder die Spitze des ganzen Stockes, so treten bald Abweichungen ein: das fünfte Primordium nimmt noch die zu erwartende Stelle in Anspruch, die übrigen aber schieben sich in der Regel dort ein, wo Platz ist. Ich fand z. B. häufig pr^6 zwischen pr^3 und pr^5, dagegen pr^7 in der Mitte zwischen den vorhergehenden, in anderen Präparaten lag pr^6 zwischen pr^2 und pr^4. Diese Primordien sind dann Theile der Gesammtinflorescenz, also die ersten Anfänge der Döldchen.

Die Gestalt derselen ist zunächst mehr oder weniger bre it elliptisch, dann wird sie ungleichseitig dreieckig, endlich unregelmässig gelappt, wobei die benachbarten Organe sich knapp an einander schliessen und sich gegenseitig in der Gestalt beeinflussen. Auf der Oberfläche derselben erscheinen Höcker, welche man bei der ersten Betrachtung für Staminalkalotten ansehen könnte, eine derartige Ähnlichkeit haben sie mit den so charakteristischen, jüngsten Anlagen

der Staubgefässe. Sie entstehen zuerst hart am Rande, bald aber rücken sie scheinbar etwas nach dem Centrum zu, vom Rande weg. Unterhalb der ersten 5 Kalotten treten nämlich kleine Läppchen hervor, je eins aus jeder Kalotte; durch Verbindungsbrücken verschmelzen sie zu einem randlichen Saume, der das ganze Aggregat umzieht. Die Kalotten sind Blüthenanlagen, deren eine ziemlich grosse Zahl zum Vorscheine kommen (Taf. VIII, Fig. 21).

Wenn man die Blüthenanlagen in der Figur ihrer Entstehung nach durch eine Curve verbindet, so erhält man eine Linie, die einer Spirale gleicht. Die Distanzen aber von Primord zu Primord halten die gewöhnlich zu beobachtenden Werthe nicht ein, weil in dem Träger dieser Körper zu wesentliche Gestaltveränderungen vor sich gehen; ich konnte eine Constanz in den Divergenzen nicht beobachten. In dem Masse als sich das gemeinschaftliche Podium dehnt, schalten sich später Neubildungen überall dort ein, wo ein Platz frei wird; in hochzähligen Aggregaten kann man eine Spirallinie fernerhin nicht mehr regelmässig verfolgen.

Die Primordien mit niederen Zeigern stehen randlich, die mit höheren treten weiter nach dem Centrum zu auf. Schneidet man bei der Untersuchung zufällig eine ältere Inflorescenz an, so dass von dieser junge Blüthenanlagen auf das Objektglas fallen, so muss man sich sehr in Acht nehmen, diese mit Inflorescenzanlagen zu verwechseln. Beide haben eine oft überraschende Ähnlichkeit, besonders wenn die letzteren 10 Blüthenprimordien hervorbringen, ein wie es scheint häufiger Fall. Wer aber den oben erwähnten Saum berücksichtigt, welcher die Inflorescenzanlagen kennzeichnet, wird den Irrthum vermeiden.

Die Läppchen des Saumes werden zu den Blättchen des Hüllchens. Nur 5 Primordien erzeugen dieselben und desswegen ist das fünfblättrige Hüllchen ein gutes Kennzeichen von A n t h r i s c u s s i l v e s t r i s. Die übrigen mehr randlich stehenden und die inneren Blüthenprimordien bringen keine Tragblätter hervor, viel weniger, dass sie aus der Achsel von solchen entsprängen: theilweise berühren sie auf der Vorderseite den Saum des Randes und werden auf diese Weise daran gehindert, jene Läppchen hervorzutreiben, theilweise berühren sie sich allseitig so eng, dass aus ihrer Basis kein Organ hervortreten kann.

Bezüglich des Involucellums macht man bei den verschiedenen U m b e l l i f e r e n nicht die gleichen Erfahrungen. Diejenigen Arten, welche durch hüllchenlose Döldchen gekennzeichnet sind, erzeugen aus den Blüthenprimordien überhaupt keine Läppchen, die Blüthen sind von Anfang an, gleich den inneren von A n t h r i s c u s s i l v e s t r i s,

tragblattlose Sprosse. Bei denjenigen Formen, die sehr grosse Hüllchen haben, tritt sogleich in dem Momente, da die Kalotte sichtbar wird, auch an dem Stirnrande derselben eine Furche auf, die einen schmalen sichelförmigen Saum abgrenzt.

Indem sich die Kalotten vergrössern, passen sie sich gegenseitig dergestalt in einander, dass sie ein fast lückenloses System von Zellhügeln darstellen. Sie werden zunächst dreiseitig (Taf. VIII, Fig. 22 und 23), wobei die schmale Seite oft schief nach vorn fällt, der spitzeste Winkel nach hinten zu liegen kommt. Die nach dem Centrum zu gelegenen Primordien zeigen keine zum Mittelpunkte irgend wie häufiger auftretende fixe Lage.

Die randlichen Primordien erzeugen meistens an den zwei äusseren Ecken simultan oder mit sehr kurzen Zeitintervallen 2 Kalotten, (Taf. VIII, Fig. 22 *fl*), dann folgt ein ähnlicher Hügel auf der dritten Ecke (Taf. VIII, Fig. 23 *fl'*). Zwei Gebilde gleicher Natur stellen sich dann auf die Mitten der Langseiten des früheren Dreiecks, also zwischen die beiden vorderen und die hintere Kalotte.

An den Centralprimordien habe ich, sofern sie regelmässiger gestaltet waren, entweder die gleiche Entstehungsfolge beobachtet, oder vielleicht noch häufiger eine Disposition, welche sich der quincuncialen näherte, bei der also erst eine basale Kalotte auftrat, dann die an der Spitze, endlich stellte die zweite basale den Drilling her.

Blüthenprimordien, welche 4 Kalotten besitzen, bekommt man nur selten zu Gesichte, am häufigsten sieht man 3 oder 5. Bei denjenigen Blüthen aber, welche nur 4 aufweisen, lag das letzte deutlich kleinere in der Mitte des grösseren Raumes zwischen den 3 vorher vorhandenen. Diese Kalotten sind die Staubgefässprimordien, nach deren Auftreten sehr bald die zwischen ihnen gelegenen Blumenblätter erscheinen (Taf. VIII, Fig. 22 fl^2 *p*). Diejenige Dehnung, welche das Primordium erfahren hat, als es seine dreiseitige Gestalt gewann, geht nicht mehr verloren; wenn es auch seine Form abrundet, so bleibt doch eine grössere Axe in der Richtung durch die Spitze des ursprünglichen Dreiecks sehr scharf ausgeprägt (die vorige Figur und Fig. 23 fl^2). Schon zu wiederholten Malen habe ich constatiert, dass an solchen gedehnten Vegetationskegeln die nächsten Neubildungen paarig in den Enden der langen Axe auftreten. So ist es auch bei den Umbelliferen, die Karpiden stellen sich in die Lücke zwischen die beiden an den randlichen Blüthen zuerst entstehenden Staubgefässe und vor das dritte. Diese Dehnung ist an den weit entwickelten Blüthen noch gut nachzuweisen, die desshalb von den Seiten her zusammengedrückt aussehen (Fig. 26 auf Taf. VIII, welche dieses Verhältniss zur Darstellung bringt, ist Carum carvi entnommen).

Bei den äussersten, randlich gestellten Blüthen liegt die Dehnungsrichtung so, dass sie in die Mediane des Tragblattes fällt; die Mittelblüthen halten aber in der Orientierung ihrer Dreiecksspitzen im Primordium keine feste Lage bezüglich des Sprosscentrums ein; da nun die Dehnungsrichtung durch diese Spitze geht, so können auch die Karpidenstellungen nicht streng radial nach aussen strahlen, sie sind vielmehr nach den verschiedensten Richtungen im Raume orientiert (Taf. VIII, Fig. 25).

Die Entwicklungsgeschichte der Umbelliferenblüthen zeigt, dass die gewöhnliche Annahme, man könne sie auf den spiralen Typus zurückführen, nicht begründet ist, solange man in diesem Typus wirklich ein genetisches Verhältniss erkennt.

Fasse ich den Entwicklungsgang nochmals kurz zusammen, so ist er bei den meisten Umbelliferenblüthen folgender: Das Primord tritt entweder vor allen anderen Ausgliederungen, oder mit dem Tragblatte hervor, letzteres kann auch ganz fehlen. Zuerst bilden sich die Staubgefässe, von denen zwei vordere, dann ein hinteres, endlich zwei seitliche erscheinen.

Sehr kurze Zeit nach diesen, vielleicht auch zuweilen mit ihnen treten die Blumenblätter auf; diese sind in der Regel schon sehr weit entwickelt, ehe man die Kelchblätter zu erkennen vermag. Von allen Organen bilden sich zuletzt die Karpiden.

Schon der bis jetzt beobachtete Wechsel der Anlagen, welchen ich bezüglich der Rand- und Centralblüthen hervorgehoben habe, macht deutlich, dass von einer Constanz der Entwicklung keine Rede sein kann. Bereits Sieler hat in seiner Arbeit 3 Ausbildungstypen unterschieden; ich werde unten noch auf eine weitere hinweisen. Der genannte Forscher hat sich in seiner vortrefflichen Arbeit noch bemüht, die Spiralwendungen in seinen Beobachtungen wiederzuerkennen, die ich nicht mehr festzustellen vermochte. In der That muss man viele jüngste Blüthenprimordien gesehen haben, bei denen die 2 ersten Staubgefässe an den beiden Enden der kleineren nach aussen gelegenen Dreiecksseite auftreten, um sicher darüber zu werden, dass diese Gebilde nicht nach dem sogenannten kurzen Wege der Kelchspirale entstehen. Zieht man nur solche Zustände in Betracht, in welchen bereits 3 Staubgefässe vorliegen, so kann man selbstredend jene Spirale in sie hinein construieren.

Wie stellen sich nun die formalen Morphologen den Aufbau der Blüthe vor? Sie nehmen zunächst an, dass sie in der Achsel eines Tragblattes stehe. Auf Grund der Kelchdisposition $\frac{3}{2}$ müssen 2 Vorblätter hinzugefügt werden. Dann denken sie sich den Kelch derartig

angelegt, dass s^1 auf das supponierte Vorblatt α zu gelegen, s^2 median nach hinten orientiert ist, die übrigen schliessen im Quincunx an. Auf den Kelch folgen die Blumenblätter alternierend mit jenem, dann die Staubgefässe mit den Petalen im Wechsel, endlich die Karpiden. Alexander Braun hielt es für angemessen, noch einen zweiten Staminalkreis zu ergänzen, eine Meinung, die sich indessen später keines Beifalls zu erfreuen gehabt hat.

Mir sind wenige Blüthen bekannt, bei welchen eine so geringe Übereinstimmung zwischen der realen Beobachtung und den theoretischen Forderungen besteht. Mit Ausnahme der Karpidenanlagen ist bei der grössten Zahl der Umbelliferen ein Einklang überhaupt nicht vorhanden. Meistens bringen sie das Tragblatt aus dem Primordium hervor, wie wir ähnliches bei den Familien mit gleicher Beschaffenheit des Vegetationskegels ebenfalls constatierten, nämlich bei den Cruciferen, Capparidaceen z. Th. und Primulaceen. Die inneren Blüthen entbehren der Tragblätter und haben also keine feste Stellung zur Inflorescenzmitte. Die Vorblätter sind bis jetzt niemals beobachtet worden. Eichler*) zog auch nur sehr zögernd den Schluss auf ihre Ergänzung: »Vorblätter, deren man nach der Kelchstellung an Seitenblüthen 2 transversale annehmen möchte kommen normal nicht zur Entwicklung und sind auch nicht als gelegentliche Ausnahmsbildungen beobachtet worden«. In dem Diagramme hat er sie auch nicht andeutungsweise hinzugefügt. Kelch, Blumenkrone und Staubgefässe werden gerade umgekehrt ausgebildet, wie die theoretische Deutung will. Wenn man die Ausgliederung der Staubgefässe als erste Organe durch eine Verspätung des Kelches erklärt, so beschreibt man nur die thatsächlichen Verhältnisse, giebt aber natürlich keine Erklärung. Eichler hat es aber unternommen, diese Verzögerung ursächlich zu motivieren, indem er wiederum die von ihm aufgestellte These, dass sie mit der Neigung zum Schwinden im Zusammenhange stände, als Beweis benützte. Er war überzeugt, dass an Arten mit grossen Kelchen, wie Eryngium und Astrantia sie bieten, die sogenannte normale Anlagefolge gefunden werden würde. Nicht minder führte er die auffällige Verspätung in der Anlage der Blumenblätter darauf zurück, dass**) »auch diese Organe gegenüber den Staubgefässen in der Regel keine sehr beträchtliche Ausbildung haben, bei den mit relativ grossen Blumenblättern ausgerüsteten Strahlblüthen von Heracleum u. s. w. werden sie auch gewiss vor den Staubgefässen angelegt«.

*) Eichler Blüthendiagramme II, 412.

**) Eichler Blüthendiagramme II, 411.

Was zunächst den zweiten Punkt angeht, so finde ich nicht, dass die Staubgefässe gegenüber den Blumenblättern übermässig gross seien; dass überhaupt eine erhebliche Masse der Staubgefässe gegenüber den Petalen keine Ursache für eine spätere Ausbildung der letzteren sein kann, lehrt die Entwicklungsgeschichte der Blüthen von Eucalyptus; bei dieser Gattung erscheinen trotzdem, dass die Petalen so wenig entwickelt sind, diese immer vor dem viel umfangreicheren und in seinen Gliedern viel kräftigeren Androeceum. Endlich hat Eichler übersehen, dass Sieler gerade Heracleum untersucht und die spätere Ausbildung der Blumenblätter ausdrücklich betont hat.

Um die Vermuthungen Eichler's Astrantia und Eryngium betreffend zu prüfen, habe ich beide Gattungen untersucht. Von Astrantia studierte ich die bekannte A. major L. und dann noch eine zweite Art, welche unter dem Namen A. helleborifolia Salisb. im Berliner botanischen Garten cultiviert wird. Beide Pflanzen zeigen der veränderten Form ihres Blüthenstandes entsprechend ein wenig abweichende Verhältnisse von den übrigen Umbelliferen. Das Primordium der Inflorescenz von Astrantia verhält sich in den ersten Zuständen wie ein beblatteter Seitenstrahl von Anthriscus silvestris. Die beiden ersten Blätter werden durch die nach vorn zu stattfindende Abrundung zu axoskoper Convergenz gebracht und dann entstehen im Anschlusse hieran eine grössere Zahl von Phyllomen. Nach 2 bis 3 grösseren Blättern, die wieder neue Inflorescenzanlagen erzeugen, folgen viele kleinere, die dicht zusammengedrängt bleiben und an die sich unmittelbar zahllose mehr oder weniger genau kreisförmige Blüthenprimordien aufsteigend anreihen. Die letzteren brechen äusserst schnell aus dem halbkugeligen Vegetationskegel hervor, so dass es schwierig ist, die Mittelstadien zu verfolgen.

In diesem Zustande verharrt der Blüthenstand sehr lange Zeit, während welcher die Inflorescenzen, welche die Axen höherer Ordnung abschliessen, allmählig bis zu dem gleichen Entwicklungsstadium heranwachsen. Dann tritt plötzlich in der Mitte des Monats Mai bei allen Inflorescenzen fast gleichzeitig die weitere Ausbildung ein, so dass man leicht den richtigen Zeitpunkt verpasst, um die Anlage der Blüthenphyllome zu ermitteln. Einigermassen wird dieser Übelstand dadurch gehoben, dass die untersten Blüthen jeder Inflorescenz in dem engen Raume zwischen den Hüllblättern und der Axe zusammengepresst ihre Ausbildung erst ein wenig später erfahren. Da sie aber offenbar, wie der Augenschein lehrt, unter einem abnormen Drucke sich befinden, so können bei ihnen nicht controllierbare Abweichungen vorkommen und man wird auf die Untersuchung derselben, wenn

irgend thunlich, lieber verzichten. An den oberen Blüthenprimordien bemerkte ich nun zunächst nach einer Erhebung derselben eine Depression des Scheitels, darauf fand die Ausbildung zur Form eines dreiseitigen Prismas statt und an den drei Kanten auf der Oberseite erschienen die bekannten Kalotten. Ich sah für gewöhnlich alle drei gleichzeitig auftreten, nach ihnen die zwei letzten simultan zwischen jenen und erst dann die Kelchblätter. An einer Blüthe dagegen bemerkte ich eine aufsteigende Folge von der scharfen Kante des Polsters aus. Bei ihr erschien auch zugleich mit den 3 Staubgefässen vor dem grössten ein kleines Läppchen, welches zweifellos ein Kelchblatt war. Gewöhnlich aber konnte ich die minutiösen Säume, welche zu äusserst die Staminalanlagen umfassten, erst nach dem Erscheinen aller 5 Kalotten nachweisen, und mit ihnen zugleich zeigten sich zwischen ihnen die Petalen. Die Dehnung, welche sich bereits vor der Ausgliederung der ersten Kalotten bemerkbar machte, blieb auch ferner erhalten und in ihrer langen Axe traten an den Enden die Fruchtblätter hervor.

Die Vermuthung, welche also Eichler geäussert hatte, dass bei den mit grösseren Kelchblättern versehenen Astrantien der Kelch vor den Staubgefässen auftreten sollte, hat sich nicht als begründet herausgestellt.

Astrantia verdient desswegen noch eine besondere Beachtung, weil die Blüthen vollkommen tragblattlos sind, die äussersten sind auch nicht theoretisch als Achselsprosse anzusehen, weil die Primordien spiralig an diese Hüllen anschliessen; was die Lage der verschiedenen Blüthen zu einander anbetrifft, so herrscht in dieser Gattung ebenso wenig eine feste Ordnung zum Centrum der Inflorescenz wie bei Anthriscus und Carum Carvi.

Eryngium zeigt wiederum andere Details in der Ausbildung. Schon der Umstand, dass die Blüthen dieser Gattung sämmtlich mit grossen Tragblättern versehen sind, zwischen denen die kleinen Blüthchen stecken, hatte in mir den Gedanken erweckt, dass diese nicht ohne Einfluss auf die Blüthenentwicklung sein könnten. Ich untersuchte Eryngium planum L. in der Mitte des Monats Mai und fand sämmtliche Zustände in den Inflorescenzen der Axen verschieden hohen Grades entwickelt.

Die grossen Bracteen erscheinen in spiraler Folge, ohne dass aber die Einerzeile deutlich festgehalten wird, und bringen bald aus ihren Achseln ein sehr flach gedrücktes, senkrecht gestelltes Primordium hervor (Taf. VIII, Fig. 27). Zumal an den unteren Bracteen findet man häufig zwei seitliche am Grunde sitzende Begleitläppchen (Fig. 27, *l*), die als tief inserierte Blattfiedern anzusehen sind. Ich hatte zunächst

die Meinung, dass sie als Contaktkörper wirken könnten, fand aber bald, dass dies nicht der Fall war, da sie die Primordien nicht berührten. Die letzteren heben sich nun vorn ein wenig, während sich die Spitze nach hinten zwischen die beiden Oberblätter *o* und *o*[1] einfügt. Nach und nach wird der Scheitel des Primordiums, der sich zunächst auf der Schneide des flachen Körpers befand, nach vorn verlegt und nimmt endlich nach weiterer Hebung der Vorderseite wie gewöhnlich seinen Platz in der Mitte des später horizontalen Polsters ein. Ehe sich aber diese Verlegung vollzieht, erscheinen an dem schrägen, von hinten nach vorn abfallenden Primordium 2 basale Läppchen. Als Contaktorgane, welche die Orte derselben bestimmen, fungieren in ähnlicher Weise wie bei Tropaeolum die stark convex nach aussen gewölbten Oberblätter. Das grössere und wahrscheinlich früher entstehende vordere Sepalum berührt dabei das höhere und jüngere Oberblatt, das zweite Kelchblatt tritt in die Nachbarschaft des tieferen und älteren; das dritte Sepalum entsteht aus der oberen Spitze des Primords und fällt nach hinten. Ob das letzte doch zuweilen vor dem einen der seitlichen auftritt, vermag ich nicht zu sagen, die Körperchen erscheinen an dem gerundet dreiseitigen Primordium als so schwache Säumchen, dass ich eine solche Entscheidung in gewissen Fällen nicht zu geben vermochte. Die beiden letzten Kelchblätter treten erst eine kleine Weile nachher zwischen das hintere und die beiden vorderen ein. Wenn wirklich die Erscheinung des axoskopen Kelchblattes vor dem einen phylloskopen stattfindet, so würde Eichler nicht blos insofern richtig calculiert haben, dass er die Anlage der Kelche vor allen anderen Cyklen in der Gattung Eryngium voraussetzte, sondern es würde auch die gewöhnliche spiralige Folge der Sepalen vorliegen. Freilich wird dieselbe nicht bedingt durch die zwei in der Vorstellung hinzugefügten Vorblätter, sondern durch den Contakt mit den beiden Oberblättern. Diesen Typus aber, der, soweit meine Erfahrung reicht, nur bei Eryngium vorkommt, allen Umbelliferen als Schema zu Grunde zu legen, erscheint mir sehr gewagt. Er hängt zweifellos mit der besonderen Infloreszenzentwicklung zusammen, welche wegen des Vorhandenseins eines grossen Tragblattes und der hohen kegelförmigen Axe der Blüthe eine feste Stellung giebt und die regelmässige Orientierung nach $\frac{3}{2}$ im Kelche bedingt. Dabei sind gewiss die oberen Blätter bestimmende Faktoren für die Gestaltveränderungen, die ich an dem Primordium beschrieben habe; nicht minder werden die Dehnungen in der Axe und im Grunde des Tragblattes als Momente für die Anlage in Rechnung zu ziehen sein. Denn der lückenlose Anschluss sämmtlicher Blüthen und Begleit-

blätter in der Zeit der ersten Veränderungen macht den Gedanken äusserst wahrscheinlich, dass diese Transformationen nur ein Produkt der Dehnungsprozesse in der Umgebung sein können.

Die Umbelliferen sind ein guter Beleg dafür, dass die Anlage der Blüthen bestimmter Gruppen nicht nach einem inhaerenten Bauplane erfolgt. Nach den vorläufigen Kenntnissen müssten vier verschiedene Pläne angenommen werden, wahrscheinlich ist aber mit dieser Zahl die Fülle derselben noch nicht erschöpft. Nach den Erfahrungen, welche sich bei Eryngium boten, wird die Wahrscheinlichkeit nahe gelegt, dass die verschiedenen Formen der Inflorescenz die ursächlichen Momente für die beiden Haupttypen der Entwicklung sind. Warum bei den echten Dolden sich drei verschiedene Untertypen finden, ist gegenwärtig nicht auszumachen. Der Versuch, die frühe Anlage der Staubgefässe durch eine Verspätung von Kelch und Krone zu erklären, ist für mich nur eine durch andere Worte gegebene Beschreibung des Sachverhaltes. Ebenso kann ich der Vermuthung, dass die Orte der Sepalen und Petalen in spiraler Folge prädestiniert seien, nicht beitreten, weil die ersten Staminalkalotten so dicht am Rande des Primordes angelegt werden, dass für die Bildungsherde jener nicht der geringste Raum zur Verfügung steht.

An die Umbelliferen mit kopfigen, später häufig doldenförmigen Inflorescenzen will ich eine kurze Besprechung der Blüthen der Compositen anreihen. Ich kann desswegen die Angelegenheit weniger ausführlich behandeln, weil gerade sie durch competente Autoren in meisterhafter Weise von den verschiedensten Gesichtspunkten in ihrer Entwicklung geschildert worden sind. Der ganze Vorgang ist so äusserst einfach und die Untersuchung ist so leicht, dass man von mir wesentlich neue Thatsachen nicht erwarten kann. Als gut zu behandelndes Untersuchungsobjekt für diejenigen Formen, welche keine Begleitblätter auf dem Receptaculum commune besitzen, empfiehlt sich Taraxacum officinale Web., das im März und April an jedem Stocke alle Entwicklungszustände der Inflorescenzen bietet. Der ganze Spross wird in dieser Zeit von einem Blüthenkörbchen abgeschlossen, das aber meist schon zu weit entwickelt ist, als dass es für die Untersuchung der ersten Blüthenanlagen noch brauchbar wäre*).

*) Die wichtigste Litteratur ist folgende: Buchenau in Abhandl. der Senckenbergischen Gesellschaft 1854 pag. 106 und in Botanische Zeitung 1872 No. 18—20; Payer Organogénie de la fleur t. 133 u. 134; Koehne Über Blüthenentwicklung bei den Compositen. Diss. Berlin 1869; Haenlein Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Compositenblüthe in Schenk und Luerssen's Mittheilungen II. (1) 1875; Warming in Hanstein's botanische Abhandl. III (2) und Forgreningsforhold.

Die Anthodien in den untersten Blattachseln entstehen in der Form eines ellipsoidisch geformten, transversal gedehnten Körpers, an welchem zwei Blätter wie gewöhnlich in den Enden der langen Axe auftreten. Durch die Abrundung des Körpers nach vorn zu werden dieselben zu axoskoper Convergenz gebracht und bilden die Einleitung eines spiralen Blattsystems von einer grossen Anzahl Elementen. Jedes jüngere Anthodium giebt über diese Stellung ein klares Bild, das vierte Blatt liegt dorsal zwischen den beiden ersten (Taf. VIII, Fig. 28, vergl. auch PAYER l. c. t. 134, Fig. 1 von Calendula officinalis L.). In aufsteigender Folge erscheinen im Contakte mit den Hüllblättern die ersten Blüthenprimordien von meistens elliptischem Umrisse, wobei die lange Axe nur um ein weniges die kurze überragt, vielfach sind auch fast kreisförmig umschriebene Körper zu beobachten. Die nächsten reihen sich derart an die vorhergehenden an, dass jedes neue sich in eine Lücke zwischen zwei ältere stellt, eine genetische Spirale ist nicht zu constatieren; wenn man sie an voll entwickelten Blüthen auf Grund der Parastichen in der Inflorescenz construieren kann, so beruht diese Möglichkeit in bereits von SCHWENDENER auseinandergesetzten und von mir oben angedeuteten Verhältnissen. Auf dem Gipfel des Vegetationskegels bleibt fast stets eine quergestreckte, schmale Lücke (Taf. VIII, Fig. 29 *Sp*), die einen Raum darstellt, welcher zu eng ist, als dass sich noch weitere Blüthen einschieben können. Durch das spätere Wachsthum der Primordien wird dieselbe bald ausgefüllt, so dass sie nur an jüngeren Inflorescenzen zu erkennen ist. Die Blüthenanlagen erheben sich nun zu umgekehrt kegelförmigen Gebilden, der ursprünglich sanft gewölbte Scheitel erfährt zugleich eine Depression; ihr Umfang stellt abgerundete oder durch Pressung unregelmässig 5 oder 6seitige Figuren dar. Ein ziemliches Stück von dem Rande des Primordiums entfernt entstehen meist fünf kleine Kalotten in der Regel simultan (Taf. VIII, Fig. 30), nur sehr selten konnte ich deren zwei oder drei als früher auftretend nachweisen (Taf. VIII, Fig. 31 *fl*). In dieser Entwicklungsphase zeigt der Saum der schüsselförmigen Vertiefung zuvörderst keinerlei Einkerbungen. Diese entstehen vielmehr bei Taraxacum ganz sicher erst später, wachsen aber sehr schnell, nachdem sie einmal zwischen den Kalotten erschienen sind, heran und überdecken die letzteren nach kurzer Frist.

Wie schon KOEHNE*) sehr richtig für mehrere Compositen hervorgehoben hat, bleiben die am Grunde des Anthodiums gelegenen Blüthen hinter den übrigen in der Entwicklung zurück. Diese That-

*) KOEHNE Blüthenentwicklung der Compositen pag. 21.

sache gilt aber nicht blos für die späteren Phasen, sondern hat bereits auf die Anlage der ersten Glieder in der Blüthe Bezug. Wenn er vermuthet, dass die Erscheinung von einem durch die Hüllblätter ausgeübten Drucke herrühre, so möchte ich ihm vollkommen zustimmen.*)

Dieser Entwicklungsgang der Blüthe kommt mit den bei Astrantia gemachten Beobachtungen in vielen Hinsichten überein und weicht eigentlich nur insofern ab, als die Bildung des Kelches unterbleibt. Aus der ganzen Darstellung geht wiederum hervor, dass die Blüthen, denen ein Tragblatt mangelt, eine feste Stellung zur Axe des Blüthenstandes nicht haben können. Man überzeugt sich leicht selbst an weiter vorgeschrittenen Blüthen, dass dieselben, wie der Anlage nach zu vermuthen ist, bald ein bald zwei Blumenblätter dem Rande der Inflorescenz zukehren.

Um mir ein Urtheil über diejenigen Blüthen zu bilden, welche mit einem Begleitblatte versehen sind, habe ich die bereits früher schon untersuchte Rudbeckia laciniata L. studiert. Man findet die ersten Anlagen der Blüthen an Inflorescenzen, die mit ihren Hüllblättern etwa 1 mm Durchmesser haben. Die erforderlichen Präparate sind sehr leicht herzustellen, indem man den Blüthenstand oberhalb der Insertion der inneren noch sichtbaren Blätter des Hüllkelches quer durchschneidet, dann rollt der halbkugelige Vegetationskegel aus seinen Begleitblättern heraus und kann leicht so gewendet werden, dass man die ersten Zustände zu Augen bekommt. Die inaktive Zone desselben ist relativ gross, sanft uhrglasförmig gewölbt und spiegelnd. Am Rande derselben bemerkt man sehr flache, nach unten zu ein wenig mehr hervortretende, fast kreisförmig umschriebene Primordien, die sich zwischen die tiefer stehenden nach den Contaktzeilen einreihen. Die Einerzeile wird in der Entstehung nicht eingehalten, manchmal liegen auf der einen Seite die Primordien dem Scheitel näher als auf der anderen. Während die ins Auge gefassten Primordien in die zweite oder dritte Etage rücken, indem sich vor ihnen neue eingestellt haben, entsteht am oberen Ende eine leichte Depression, wodurch das Primord eine halbmondförmige oder breit sichelförmige Gestalt annimmt, und aus der Mitte der Vertiefung erhebt sich ein sehr kleiner neuer Höcker. Der sichelförmige Körper ist das Begleitblatt, das letzterwähnte Organ die Blüthenanlage. Jenes überwächst das Blüthenprimordium, das eine zapfenartige, oben gestutzte Gestalt gewinnt. Hierauf erscheint auf dem Gipfel eine Depression und aus dem Saume

*) Warming gesteht (Blüthen der Compos. p. 4 u. 5) diesem Drucke eine gewisse Bedeutung zu, glaubt aber, dass er nicht allein im Stande ist, die Entwicklungsdifferenz zu erklären.

treten simultan 5 Läppchen hervor, die Blumenblätter, von denen in den meisten Fällen eins vorn auf das Tragblatt zu gestellt ist. Ganz zweifelsohne ist übrigens die mediane Lage desselben nicht immer, leichte Abweichungen nach rechts oder links findet man nicht selten und schliesslich beobachtet man auch, allerdings wie es scheint nicht häufig, dass zwei der kurzen Läppchen nach vorn gekehrt sind.

Dass die Tragblätter der Blüthen sich wirklich oft aus dem Primordium der Blüthe durch Furchungen oder Excrescenzen entwickeln und sich nicht blos auszugliedern scheinen, wie man bisher in der Regel wollte, lehrt der Augenschein und hat nach den mannigfachen Wiederholungen ähnlicher Verhältnisse in anderen Familien wenig befremdliches. Bezüglich der Auffassung über die Natur dieser Blätter stimme ich demnach vollkommen mit Warming, dem vortrefflichen Kenner der Compositenblüthe, und mit Haenlein, dessen Arbeit über denselben Gegenstand wegen des vorurtheilsfreien, von jeder theoretischen Befangenheit unberührten Standpunktes die höchste Beachtung verdient, überein. Die Annahme, dass in dem Blüthenprimordium unter Umständen bereits das Schutzblatt »in nuce« enthalten sei, ist nur eine Annahme zu Gunsten der sogenannten einheitlichen Naturauffassung, die trotz aller Übergänge die Thatsachen vergewaltigt.

Meine Darstellung über die Entwicklung der Blüthe von Taraxacum weicht von den bisher mitgetheilten Beobachtungen über die Ausbildung der Compositenblüthen in sofern ab, als ich zuerst die Staubgefässe und dann die Blumenblätter auftreten sah; nur eine einzige Mittheilung ist mir aus der Litteratur bekannt, in der auf einen gleichen Vorgang hingewiesen wird. Diese betrifft die Entstehung der weiblichen Blüthe von Broteroa trinervia DC.*), bei welcher Haenlein fand, dass die Corollenabschnitte erst aus dem Rande des kraterförmigen Primordiums sich entwickeln, wenn bereits die Griffel sichtbar werden. Die zwittrigen Blüthen derselben Pflanze, welche mit jenen ohne bestimmte Ordnung gemischt den gemeinschaftlichen Blüthenboden bedecken, weichen von dem gewöhnlich beschriebenen Typus nicht ab. Wenn nun in derselben Art, ja in demselben Anthodium derartige Verschiedenheiten vorkommen, so sehen wir deutlich, dass ein bestimmter Bauplan, vorausgesetzt, dass wir darunter wirklich den Gang in der Ausgliederung der Blüthenorgane und nicht eine ideelle Abstraktion aus wiederum nur in der Vorstellung existierenden Bildern von fertigen Blüthen verstehen, bei den Compositen nicht existieren kann.

*) Der gegenwärtig mit Recht bevorzugte Name der Pflanze ist Flaveria repanda Lag.

Eine Wirkung des Contaktes ist in dem Aufbau der Compositenblüthen*), die ich kenne, nicht zu constatieren. Von der Grösse der Primordien, welche eine bestimmte mittlere Blüthenanlage umgeben, rührt es her, dass die letztere von fünf, meist aber von sechs umringt wird. Den vorhandenen Lücken entsprechend nimmt sie bald eine gerundet 5-seitige, bald 6-seitige Gestalt an. Diese Form ist aber nur an den Aussenseiten bemerklich, die Depression wird von ihr nicht beeinflusst, sie ist immer mehr oder weniger von kreisrundem oder elliptischem Umrisse. Der Kraterwall bildet demgemäss eine Demarkationszone, über welche die Einwirkung der Contakte nicht hinweg geht. Wenn nun auch eine einseitig etwas gedehnte Gestalt des Kraters zuweilen nicht zu verkennen ist, so tritt doch nicht die an einem gestreckten Vegetationskegel beobachtete Art und Weise der Anlage eines Phyllompaares in den Enden der langen Axe ein. Ob diese Abweichung ihre Ursache darin hat, dass ein bestimmtes Mass der Dehnung, welches ich oben an verschiedenen Pflanzen durch den Quotienten von langer durch kurze Axe festzusetzen versuchte, nicht erreicht wird, oder ob, was vielleicht wahrscheinlicher ist, die Vertiefung des Primordiums daran die Schuld trägt, ist bis heute nicht auszumachen.

Vorläufig ist also für uns die pentamere Form der Compositenblüthe auf bedingende Ursachen nicht zurückführbar. Der Umstand, dass bei Matricaria discoidea DC. fast normal 4-zählige Blüthen vor kommen, die auch bei Coreopsis nicht fehlen, deutet im Verein mit den Zeichnungen, welche Payer von Heliopsis scabra giebt, darauf hin, dass unter Umständen die gewöhnliche Erscheinung, der zufolge die zwei ersten Blattgebilde der Corolle an einem transversal gestellten Vegetationskegel auftreten, doch statt hat. Dann würde die Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Compositenblüthen noch weiter vermehrt. Diese ohne Zweifel interessanten Beziehungen sollten

*) Nur bei einer Pflanze wurde mir die Wahrscheinlichkeit, dass die Form des Primords einen bestimmten Einfluss auf die Zahl der erscheinenden Glieder ausübt, nahe gelegt. Ich habe Sparganophorus Vaillantii Gärtn. nach Materiale, welches der Berliner botanische Garten aus Kamerun erhalten hatte, zu studieren Gelegenheit gehabt. Die Pflanze ist wegen der Variabilität der Cyklenglieder ausgezeichnet; am häufigsten fand ich drei- und viergliedrige Blüthen, aber auch zweigliedrige gehören keineswegs zu den Seltenheiten. Die Primordien der Blüthen sind sehr verschieden gestaltet, bald sind sie elliptisch gedehnt, bald drei- bald vierseitig. Die Abhängigkeit dieser Gestalten von den gegebenen Verhältnissen konnte bei dem lückenlosen Zusammenschluss der Gebilde nicht zweifelhaft sein, und ausserdem gewann ich den Eindruck, dass die Form die Anlage der Cyklenglieder nach verschiedenen Zahlenverhältnissen bedingte.

an dem leicht zu beschaffenden Materiale der ersterwähnten Pflanze eingehender geprüft werden.

Die Frage über die Natur des Kelches, welche eine umfangreiche Litteratur für sich besitzt, an dieser Stelle eingehender zu erörtern, hat um so weniger Wichtigkeit, weil sie sich durch die reale Beobachtung nicht entscheiden lässt. Haenlein hat meines Erachtens das Richtige getroffen, wenn er sagt:*) »Die Beantwortung wird wesentlich von zwei Punkten abhängen, erstens nämlich davon, wie man den Begriff Kelch definiert, und dann, auf welche Merkmale man das grösste Gewicht legt. Es wird demgemäss immer mehr oder weniger der individuellen Anschauung überlassen bleiben müssen, den Pappus für einen Kelch zu halten oder nicht.

Es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass es Compositen giebt, bei welchen ein äusserer Blattkreis vorkommt, der anstandslos mit dem Gebilde homolog gesetzt werden muss, welches wir sonst als Kelch bezeichnen. Bei Acicarpha spathulata R. Br. wird er nach Warming's Beobachtungen gleichzeitig mit oder vor den Blumenblättern erzeugt.

Man pflegt ganz allgemein in der Morphologie den Beweis der Homologie zweier differenter Gebilde als erbracht anzusehen, wenn man zwischen sie eine Reihe von intermediären Gliedern, die sogenannten Übergänge einschalten kann. In der Auswahl derselben ist man nicht gerade scrupulös verfahren, man nahm sie aus den verschiedensten Gruppen, gleichgültig ob dabei auch nur nach rein formalen Beziehungen verwandtschaftlicher Anschluss vorhanden war oder nicht. Offenbar ist man weit davon entfernt, auch bei einer sogenannten lückenlosen Kette eine Verbindung zu besitzen, die den Anspruch auf Continuität erheben könnte. Mögen die Sprünge von einem Gliede zu dem anderen auch noch so kleine sein, die Reihe stellt immer eine Vereinigung diskreter Elemente dar, und die Übergänge werden nur dadurch gewonnen, das man die Klüfte für unbedeutend ansieht und sie vernachlässigen zu können glaubt.

Noch weniger wird man den Gedanken festhalten können, dass diese Kette eine Entwicklungsreihe darstellt, welche den Gang wiederholt, den die Ausbildung der differenten Organe von dem einen zu dem anderen fortschreitend, durchlaufen habe. Wie für die Rubiaceen kann ich mir auch für die Compositen vorstellen, dass der Kelch wegen anderweitiger Schutzeinrichtungen des inneren Blüthenkörpers in Wegfall gerathen ist, und dass zum Zwecke einer physiologischen Funktion später Trichome oder Emergenzen, oder, wie man

*) Haenlein in Schenk und Luerssen's Mittheilungen II. pag. 175.

die Dinge benennen will, die den Pappus bilden, sich entwickelt haben, die mit den Sepalen in keiner Beziehung stehen. Die Vorstellung, dass ein Blatt durch allmälige Zerfaserung sich in einzelne Haare oder Schuppen zerlegt habe, ist wohl nur aus dem Wunsche, überall eine gedachte Einheit wiederzuerkennen, entstanden; demjenigen Beobachter, der von den Processen hinter der Welt der Erscheinungen Abstand zu nehmen gewillt ist, wird reell keine Erfahrung zu Gunsten einer solchen Meinung entgegentreten.

Viel wichtiger ist für unsere Betrachtungsweise die wiederum von WARMING hervorgehobene Thatsache, dass die Entstehung dieses Pappus in einer gewissen Abhängigkeit steht zu der Form des Blüthenkörpers. Hier hat der vortreffliche Morphologe ausdrücklich auf die Wirkungen des Druckes hingewiesen, durch welche die Form der Blüthen, insonderheit aber der Ovarien bestimmt wird. »Die Gattungen*), welche normal weniger als fünf Pappuskörper besitzen, haben (sehr früh) stark zusammengedrückte Ovarien, nach der Form des Ovariums richten sich Zahl und Stellung des Pappuskörpers, obgleich sie, wenn sie sehr kräftig sind, früh angelegt werden; wenn das Ovarium, wie die Systematiker schreiben, a dorso compressum ist, so erhalten wir nur zwei lateral gestellte Pappuskörper; ist es umgekehrt a latere compressum, so kommen die Pappuskörper median vorne und hinten zu stehen. Ist das Ovarium dreieckig, trägt es drei Pappuskörper, wird es mehr 4eckig, kommen 4 zur Entwicklung; je nachdem Bidens cernua 2-kantige oder 4-kantige Früchte hat, erhält jede Frucht 2 oder 4 Pappuskörper. Die Ecken sind die Stellen, wo am besten Platz ist, daher diejenigen, wo Pappus zur Entwicklung kommt, allein oder vorzugsweise.«

Da nun die Orte, wo der beste Platz ist, von dem Contakte mit den Nachbarorganen bedingt werden, indem sich die Kanten in die vorhandenen Lücken hineinziehen müssen, sind diese Stellen offenbar von mechanischen Ursachen abhängig. Ich kann meine Verwunderung nicht zurückhalten, wie nach diesen ganz richtigen Beobachtungen die Anschauung immer noch gestützt wird, dass auch bei dieser klaren Lage der Dinge ein pentamerer Kelch in die Blüthe hinein zu construieren sei.

Man hat die sogenannte Verzögerung der Kelchanlage wiederum durch die EICHLER'sche Regel, dass Organe, die rudimentär werden, eine dem Grade des Schwindens proportionale Verspätung zeigen, erklären wollen. Mit dieser Regel stimmen die thatsächlichen Wahrnehmungen nicht überein, da BUCHENAU an Acicarpha tribuloides Juss.

*) WARMING in HANSTEIN's botanischen Mittheilungen III. 105.

gezeigt hat, dass die an den Randblüthen grossen, dicken und fleischigen, theilweise in harte Dornen auslaufenden und auch Gefässbündel führenden Kelchblätter ebenso nach den Staubgefässanlagen erscheinen, wie bei vielen anderen Compositen, obschon sie durch ihre Anwesenheit und Ausbildung doch deutlich genug verrathen, dass sie keine »Neigung zum Schwinden« haben. Andererseits sind in den weiblichen strahlenden Blüthen vieler Compositen die Staubgefässe offenbar im Schwinden begriffen und doch werden sie in gewöhnlicher Weise als kleine Kalotten angelegt, wie KOEHNE und HAENLEIN übereinstimmend für eine Reihe von Gattungen nachgewiesen haben.

Schon bei den Rubiaceen habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass BAILLON eine ganze Reihe von Pflanzenfamilien als Asepales ansieht, bei welchen er also die Anwesenheit eines Kelches überhaupt in Abrede stellt. Offenbar ist er dabei über das Ziel hinausgeschossen, denn es giebt eine ganze Menge von Rubiaceen, auch solche mit sehr kleinen Kelchen, bei denen man von einer Excrescenz des Discus, als die er den Kelch auffasst, nicht wohl sprechen kann. Also auch die geringe Grösse dieser Gebilde ist kein Moment, welches die verspätete Anlage bedingt, wie Borreria und Richardsonia, andererseits Viburnum lantana beweisen. Auf einen gemeinsamen Zug vieler derjenigen Familien aber, welche asepal sind, möchte ich noch hinweisen. Wenn wir uns dieselben vorführen, so finden wir unter ihnen die Rubiaceen, Compositen, Valerianaceen, Dipsacaceen, Loranthaceen, Santalaceen, Umbelliferen. Alle genannten sind aber durch einen unterständigen Fruchtknoten ausgezeichnet und desswegen dürfte es als immerhin berücksichtigenswerth erscheinen, diese Eigenthümlichkeit für die causalen Bedingungen in der Ausbildung asepaler Blüthen in Rechnung zu ziehen.

3. Die aktinomorph-trimeren Blüthen.

Diejenigen Blüthenformen, welche durchgehends oder wenigstens in den äusseren Cyklen dreigliedrig gebaut sind, gehören unter den Dicotylen nicht zu den gewöhnlichen Vorkommnissen. Eine besondere Häufigkeit wird an zwei Stellen des Systemes beobachtet, wobei man allerdings nicht ausser Acht lassen kann, dass die Zahlenrelation wenigstens theilweise von massgebender Bestimmung für die verwandtschaftliche Verbindung zu Gruppen gewesen sein dürfte. Einmal versammeln sie sich um die Ranunculaceen, denn dort finden wir die Anonaceen, Magnoliaceen, Myristicaceen, Menispermaceen, Berberidaceen, Lardizabalaceen und Lauraceen;

dann giebt es eine Reihe einzelner Geschlechter unter den Euphorbiaceen, wie Sebastiania, Mercurialis, Siphonia, denen sich die Familie der Empetraceen anschliesst. Ausserdem kommen noch einzelne verstreute gelegentlich trimere Formen in anderen Familien vor, z. B. sind sie unter den Urticaceen ziemlich häufig, sonst nenne ich die schon oben besprochenen Rheum und Rumex, endlich giebt es trimere Arten in Gattungen mit variablen Zahlenverhältnissen, wie z. B. bei Salix und Blitum.

Zwischen den axillären Monocotylenblüthen und den trimeren Dicotylenblüthen mit ebenfalls echt seitlicher Stellung herrscht im Grossen und Ganzen ein durchgreifender Unterschied, indem man bei jenen die Stellung des ersten Cyklusses durch den Quotienten $^2/_1$ ausdrücken kann, während bei diesen der Quotient $^1/_2$ das Stellungsverhältniss der Elemente des ersten Kreises wiedergiebt.

Der bei weitem grösste Theil der trimeren Dicotylenblüthen kann mit denjenigen aktinomorph-pentameren verglichen werden, welche die Kelchdisposition $^3/_2$ besitzen; sie entsprechen diesen in dem Baue des ersten Blüthenhüllkreises, nur die 2 innersten bei spiral angelegten Kelchen zuletzt auftretenden Sepalen werden vermisst.

Unter den Monocotylen machen nur diejenigen Formen eine Ausnahme, bei welchen sich Borragoide entwickeln; ich habe versucht diese Stellungsvariation auf die abweichenden Contakte zurückzuführen. Ausserdem ist die Gattung Eriocaulon, wenigstens nach den vorliegenden Mittheilungen, mit der Stellung des äusseren Perigons versehen, welche für die Dicotylen charakteristisch ist.

Tritt bei den Monocotylen ein Vorblatt hinzu, so werden diejenigen Stellungsveränderungen im Perigon hervorgerufen, welche nothgedrungen stattfinden müssen. Ich habe oben die Angelegenheit eingehend erörtert und verweise darauf.

Abweichungen von derjenigen Disposition, die bei trimeren Dicotylenblüthen die Regel ist, begegnen uns bei Blitum und ein höchst bemerkenswerther Wechsel beider Relationen wird für die weibliche Blüthe von Mercurialis annua angegeben. Nach Wydler*) ist zwar die gewöhnliche Stellung die häufigere; sie ist immer mit dem Vorhandensein zweier Karpiden verknüpft, während bei der inversen Disposition, also der Monocotylenstellung, gewöhnlich 3 Karpiden beobachtet werden. Ich zweifle nicht, dass die unter Berücksichtigung der Contaktverhältnisse wiederholte Untersuchung der Blüthenentwicklung über diese Verschiedenheiten ein klares Licht verbreiten wird. Meine Beobachtungen beschränken sich gegenwärtig auf die Familie

*) Vergl. Eichler Blüthendiagramme II. 395 und 396. Fig. 160.

der Lauraceen; aus den Untersuchungen PAYER's*) über Berberis und Menispermum glaube ich indess entnehmen zu können, dass bei ihnen wahrscheinlich dieselben Verhältnisse wieder begegnen werden.

Die Blüthen der Lauraceen.

Ich habe aus dieser Familie drei Pflanzen gewählt, welche die beiden Inflorescenztypen derselben zur Darstellung bringen sollen. Von denjenigen Gestalten, die durch lockere decussierte Rispen ausgezeichnet sind, untersuchte ich Cinnamomum sulfuratum Nees; um die Entwicklung der Blüthen, die zu kopfigen, involucrierten Aggregaten zusammengestellt sind, zu studieren, prüfte ich Litsea Japonica Juss. und Benzoin odoriferum Nees. Leider war es mir nicht mehr möglich die betreffenden Figuren mitzutheilen, da die Herstellung der Tafeln bereits so weit vorgeschritten war, dass die Aufnahme sich nicht bewerkstelligen liess. Ich werde aber nicht verabsäumen, möglichst bald die wichtigsten Zeichnungen an einem anderen Orte zu veröffentlichen.

Cinnamomum sulfuratum wird in den botanischen Gärten cultiviert und blüht selbst an jüngeren Stöcken ziemlich reichlich. Die beste Zeit für die Untersuchung fällt in die Mitte Juni, sobald man die Inflorescenzanlagen in den Achseln der Laubblätter schon gut erkennen kann. Es ist nöthig, wenn man sich einen klaren Einblick in die Blüthenentwicklung verschaffen will, die unteren Anlagen zu studieren, denn nur bei ihnen kann man alle Zustände verfolgen. Bereits gegen Ende Juli werden die unter den oberen Ausstrahlungen des Blüthenstandes noch angelegten Blüthen nicht mehr zur vollen Ausbildung gebracht. Diese verkümmern vielmehr sehr bald und endlich erzeugen die Blätter überhaupt keine Blüthen mehr, der Zweig geht in eine solche auf und schliesst seine Thätigkeit ab. Die letzten Anlagen dürfen aber keineswegs vernachlässigt werden, aus Gründen, die ich unten besprechen werde.

Das junge Blüthenprimordium erscheint in der Achsel eines Blattes, das als Vorblatt der vorhergehenden Blüthe zu betrachten ist, in der Form eines transversal gedehnten ellipsoiden Körpers. In den Enden der langen Axe treten wie gewöhnlich zwei Blätter mit opponierter Stellung auf; sie sind die Vorblätter der Blüthe, welche sich aus dem Primord entwickeln wird. Der Vegetationskegel dehnt sich unter weiterem Wachsthume in die Breite gleichzeitig nach vorn zu,

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 52 und 53.

wodurch die Vorblätter in sehr scharf ausgeprägte axoskope Convergenz kommen. Er erreicht aber nicht die Gestalt, welche wir bei den aktinomorph-pentameren Blüthen so häufig gefunden haben, er wird nicht im Querschnitte kreisförmig; sondern gleicht einem Paralleltrapeze mit gerundeter vorderer Stirnkante. Durch die axoskope Convergenz der Vorblätter entsteht wieder eine vordere breitere Lücke und eine hintere schmälere und beide werden wie gewöhnlich mit Blättern besetzt: die schmälere hintere nimmt eins, die vordere aber zwei auf. Was die zeitliche Entstehungsfolge anbelangt, so habe ich bei den in Rede stehenden Primordien ein Intervall nicht wahrnehmen können.

Diejenigen Blüthenanlagen jedoch, die bald nach ihrer Entstehung ihr Wachsthum einstellen, die also gegen Ende Juli aus den Achseln der oberen Vorblätter hervortreten, weisen eine sehr deutliche Spiralfolge ihrer Phyllome auf: wobei das Blatt, welches auf das relativ innere, axoskop gestellte, also das α-Vorblatt zu schief orientiert ist, das erste, das dorsal mediane aber das zweite ist.

Die Glieder des inneren Perigonkreises erscheinen in der Gestalt von Kugelkalotten, zwischen denen des äusseren; sie weichen also der Form nach von den gewöhnlichen Blattprimordien ab und man könnte leicht geneigt sein, sie für Staubblattanlagen zu halten. Die Glieder der übrigen Cyklen erscheinen simultan.

Die Blüthenentwicklung von Litsea Japonica wird am besten Mitte Juli untersucht; will man aber die ersten Anlagen der Inflorescenz prüfen, so darf man die Pflanze von dem Austriebe der vegetativen Knospen, also vom April und Mai an nicht vernachlässigen. Die Blüthenstände treten bald, nachdem die Knospe sich entfaltet hat, als Achselsprosse aus den Blättern hervor und gelangen im Spätsommer zur Blüthe. Jede Specialinflorescenz stellt ein 6-blüthiges involucriertes Köpfchen dar; immer 2—3 derselben sind miteinander eng verbunden, durch ein kurzes Stielchen gestützt. Der Inflorescenzcomplex ist ein Kurztrieb; er wird eingeleitet durch zwei transversal gestellte, trockenhäutige, braune, behaarte Blätter, dann folgt ein mit ihnen decussiert orientiertes Paar, das zuweilen, aber nicht immer in seinem vorderen, wie es scheint, aber niemals in seinem dorsalen Elemente eine Inflorescenz hervorbringt; eine Laubknospe mit spiraldisponierten Blättern, zum Austriebe für das nächste Jahr bestimmt, macht den Beschluss der Axe. Was die Specialinflorescenz anlangt, so ist auch sie scheinbar ein decussiertes System, beginnend mit einem zum braunen, trockenhäutigen Blatte transversal gestellten Paare, dessen erstes Blatt auf die absolute Hauptaxe, aus welcher der Inflorescenzcomplex entspringt, zugewendet ist. Von dem zweiten

Paare liegt das äussere Blatt vorn auf das Specialtragblatt zugekehrt. So zeigt sich die Stellung, wenn wir die Knospe entblättern; machen wir aber einen Querschnitt durch eine jugendliche Infloresecenz, so wird offenbar, dass das dritte Blatt schief auf das erste zu gelegen ist und dass das fünfte Blatt, durch welches die äussere Hülle abgeschlossen wird, ebenfalls und zwar vor f^2 schief nach vorn zu inseriert ist. Das Involucrum weist mit grosser Regelmässigkeit diesen Bau auf, sodass es sich nicht als ein decussiertes System betrachten lässt, sondern eine entschiedene Neigung zur spiralen Disposition besitzt.

Diese Blätter bilden die Hülle um den nun folgenden eigentlichen Blüthenstand. Um die Terminalblüthe sind fast stets 5 Blüthen gruppiert und zwar so, dass den ungefähr dreiseitigen Körper, dessen eine Ecke auf das Specialtragblatt der Inflorescenz zugekehrt ist, an den beiden anderen Ecken je eine und an den Seiten ebenfalls je eine Blüthe berührt. Benzoin odoriferum verhält sich bezüglich seiner Inflorescenzen in vielen Punkten der Litsea Japonica gleich. Auch diese Pflanze erzeugt sie an Kurztrieben aus der Achsel von Laubblättern und zwar nur wenig später; ich habe im Juli und Anfang August die Blüthenentwicklung durch alle Stadien verfolgen können. Eine bemerkenswerthe Erscheinung ist, dass die Primärknospe jedes Laubblattes bald nach ihrer Anlage durch die Einschaltung eines Axenstückes unter ihr aus dem Achselgrunde entfernt wird und dass sich dort eine zweite Knospe entwickelt. In dieser erfolgt naturgemäss die Anlage von Blüthen später und scheint bis in den Herbst anzuhalten.

Während bei Litsea Japonica die Inflorescenzen heuer noch zur Anthese gelangen, treten die von Benzoin nach ihrer vollen Ausbildung in den Ruhezustand und entfalten sich erst nach Abfall des Laubes im nächsten Frühjahre zugleich mit dem Austriebe der Blätter. Ihre Hochblatthülle ist 4-, nicht 5-blättrig, von Blüthen sind gewöhnlich die terminale und nur 3 laterale, die an den Vorderflanken der dreiseitigen Endblüthe liegen, entwickelt, die dorsalmediane fehlt sehr häufig. In der Regel sind an einem axillären Kurztriebe nur 2 Blüthenstände vorhanden.

Was nun die eigentliche Blüthenentwicklung anlangt, so habe ich die Anlage der Primordien bei beiden Arten gut verfolgen können; Litsea eignet sich aber, weil die Objekte etwas grösser sind und nicht so leicht schmierig werden, besser für die Untersuchung dieser Zustände als Benzoin. Die hinteren lateralen Primordien werden bei jener von dem etwa dreiseitigen Vegetationskegel durch Furchung abgetrennt, die übrigen der Inflorescenz und bei Benzoin sämmt-

liche treten aus dem Raume zwischen dem Vegetationskegel und der Hülle hervor; das dorsale ist dabei, wenn es überhaupt erscheint, immer das letzte, die auf den Flanken befindlichen scheinen simultan zu entstehen.

Die dreikantige Form des am Gipfel nur sanft gewölbten Vegetationskegels der Primanblüthe von Litsea bestimmt die Anlage der Blüthe: an den 3 Ecken treten simultan 3 Blattanlagen hervor, von denen zum Specialtragblatte zwei nach hinten, eine nach vorn gelegen ist.

Durchaus abweichend ist die Entstehung der Lateralblüthen und auch der Terminalblüthen von Benzoin. Die Primordien derselben stellen zunächst dem sehr engen Raume entsprechend ein flaches, stark zusammengedrücktes, oben abgerundetes Scheibchen dar, an welchem sich nach unserer gewöhnlichen Erfahrung in den Enden der langen Axe des Querschnittes zwei Läppchen ausgliedern. Zu diesen gesellt sich als drittes Organ das Blatt zwischen beiden Seitengebilden, der eigentliche frühere Scheitel geht also in ein Phyllom auf. Löst man einen solchen kurz dreilappigen Körper ab, so sieht man, dass das Primord nicht mehr flach ist. Die viel grössere Terminalblüthe hat nämlich bereits angefangen sich zu einem mehr gedunsenen Körper abzurunden, es ist Platz geschaffen worden, den die Lateralblüthe ausfüllt, indem sie sich eng im Raume zwischen Blüthenknospe und Stielchen einschmiegt. Die innere, auf die Mittelblüthe zugewendete Fläche ist ein wenig ausgehöhlt; die zwei seitlichen Blätter reichen so weit an ihr herab, dass sie den hinteren Rand fast berühren. Jetzt erscheinen im Contakte mit der Terminalblüthe und den zwei ersten Blättern zwei ganz kleine Höckerchen, die schnell heranwachsen und im Verbande mit den drei ersten Blättern jene 5-gliedrigen Anlagen erzeugen, die man sehr häufig bei diesen Untersuchungen zu Gesichte bekommt. Das hinterste Blatt erscheint zuletzt. Die Staubgefässe treten dann in der 6-Zahl entweder vollkommen simultan oder kurz nach einander auf. Eine Bestimmung über die Zeit ihres Erscheinens zu treffen ist desswegen schwer, weil sie sich dadurch herausdifferenzieren, dass sich unterhalb der Perigonblätter von den Seiten derselben her sehr flache lineare Furchen nach dem Centrum hinziehen. Auf den, durch dieselben abgegrenzten Feldern sieht man dann die Kalotten allmählig hervortreten.

Wie erwähnt, bildet sich die Terminalblüthe von Benzoin ebenso aus, wie die lateralen. Als Ursache muss ich den sehr engen Contakt ansehen, welcher zwischen dem Inflorescenzprimordium und der relativen Hauptaxe herrscht. Hier wirkt dann die Laubknospe des Kurztriebes analog der Terminalblüthe der Inflorescenz für die Late-

ralblüthen. Bei Litsea ist eine so enge Berührung nicht vorhanden. Wenn sich die Terminalblüthe entwickelt, erhebt sich die Knospe der Inflorescenz als ein vom Dorsalcontakte unbeeinflusster, kugelförmiger Körper, der nur von seinem ziemlich kurzen Tragblatte dichter an der Basis umschlossen wird. Die seitlich an den Flanken befindlichen Secundanblüthen und die dorsale entstehen bei Litsea wie bei Benzoin; dagegen glaube ich sicher beobachtet zu haben, dass die zwei an den Hinterecken der Terminalblüthe befindlichen Primordien jenen dreiseitigen Vegetationskegel bilden und simultan 3 äussere Perigonblätter erzeugen.

PAYER*) hat bereits einen Repräsentanten der Gattung Cinnamomum bezüglich der Blüthenentwicklung untersucht; er gab für C. verum**) an, dass allgemein die Blüthe im äusseren Perigoncyklus spiral aufgebaut würde. Ich kenne die Pflanze nicht, muss also die Bestätigung ferneren Untersuchungen anheimgeben. Litsea Japonica ist neuerdings in der gleichen Richtung von MEZ***) studiert worden. Seine Resultate fasst er in den Worten zusammen, »dass er bei der Mittelblüthe zweifelhaft sein konnte, ob nicht gleichzeitige Anlage auch des äusseren Perianthkreises erfolge«. Dagegen »bemerkte er sicher, dass die Organanlage in den Seitenblüthen auf der gegen die Mittelblüthe gepressten Seite zurückblieb, dass dann aber die genetische Spirale auch für die Entstehung des zweiten Perianthkreises noch bestimmend war«.

Die Angaben sind zu fragmentarisch, als dass ich sie mit meinen eigenen Untersuchungen vergleichen könnte; den zweiten Satz, »dass die genetische Spirale auch für die Entstehung des zweiten Perianthkreises massgebend war«, verstehe ich nicht. MEZ hat ferner die Aestivation an fertigen Blüthen benützt, um die genetische Spirale zu constatieren, ein Verfahren, das bei Litsea und Benzoin nicht brauchbar ist. Die Deckung ist nämlich inconstant, häufig beobachtete ich, dass das Mittelblatt des ersten Drillings die beiden Seitenblätter übergriff; ausserdem machen Verdrückungen die Stellung der Blüthe so unsicher, dass ich überhaupt zu keinem Urtheile gelangte, ob die äusseren Perigonblätter nach $^1/_2$ oder nach $^2/_1$ disponiert waren, ehe ich nicht die Entwicklungsgeschichte verfolgt hatte.

Man hat den Blüthenstand der Litseeen für eine Traube angesehen, deren Elemente spiral angeordnet seien. Diese Annahme

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 96.

**) Mir ist eine Pflanze dieses Namens nicht bekannt. PAYER ist in der Bestimmung seiner Pflanzen nicht selten uncorrekt, vielleicht soll C. Zeylanicum Breyn darunter verstanden werden.

***) MEZ in Jahrbuch des Berlin. botan. Gartens. V. 509.

kann nach der Entwicklungsgeschichte nur dann gelten, wenn man sich zu einer Verspätung der dorsalmedianen Blüthe von Litsea bequemt; auch sonst konnte ich nicht die Überzeugung gewinnen, dass die früher sich entwickelnden Blüthen genau nach den vorschriftsmässigen Divergenzen und in der geforderten Reihe entständen. Der ganze Modus der Ausgliederung ist einer solchen Ansicht sehr wenig günstig. In der Regel meint man, dass in Trauben mit Gipfelblüthe die letztere an die vorausgehenden Phyllome lückenlos anschlösse. Diese Beobachtung gilt für Litsea nicht, was schon dadurch begründet wird, dass ich nicht zu selten unterhalb der Terminalblüthe, also oberhalb der lateralen, gegenüber dem fünften Involucralblatte noch ein Blatt vorfand, das die Stellung der Blüthe niemals änderte. Massgebend für die Disposition derselben ist der Raum, welcher ihr zur Verfügung steht; ihr Primord wird dreiseitig, die Spitze des Dreiecks ist nach dem Specialtragblatte der Inflorescenz gewendet. Wollte man dieses für das Tragblatt der Blüthe ansehen, eine Meinung, die nicht widerspruchsfrei sein kann, da zwischen der Blüthe und ihm 5 Blätter und 5 Blüthen eingefügt sind, so hätte die Blüthe von Litsea inverse Stellung zu der von Cinnamomum.

Die Blüthen unterhalb der terminalen auf einen spiralen Bau zurückzuführen, ist ganz unmöglich; man könnte ihre Anlage eher aufsteigend nennen, wenn man die Aussenseite für die untere vordere hält; freilich entsteht dabei das Paradoxon, dass die Anlage vom Scheitel des Primords nach der Basis zu absteigt; das Primord wird durch Hebung der Dorsalseite abschüssig, der höchste Punkt desselben liegt vorn, der tiefste hinten. Auch die Stellung nach mechanischen Rücksichten ist den Verhältnissen gemäss schwankend. Dass zwei Blätter normal zu dem Vordercontakte (dem Involucrum) entstehen, ist sicher; das dritte Blatt liegt zwischen ihnen, vielfach tritt es auch vor sie. Diese drei Blätter sind aber nicht der äussere Perigoncyklus, sondern die zwei seitlichen gehören zum äusseren, der mittlere zum theoretisch inneren, die fehlenden Glieder entstehen erst, nachdem der nöthige Platz da ist, und zwar die zwei zum inneren gehörigen zuerst, das dritte Element des äusseren Kreises zuletzt. Auf diese Weise ist die Antwort der Frage, wie steht die Blüthe in Bezug auf die Axe? schwierig zu geben. Man kann die Stellung des ersten Cyklusses ebensowohl durch $^2/_1$, als durch $^1/_2$ ausdrücken; nur das eine steht fest, eine genetische Spirale ist nicht zu constatieren.

Die neuerdings auch von Mez sehr lebhaft discutierte Frage, ob in dem Perigon der Lauraceenblüthe ein einfacher Kelch, oder ein Kelch und eine Blumenkrone zu erkennen ist, hat für meine Betrachtung nur eine mindere Bedeutung. Die deutschen Botaniker

halten an der ersten fest, die französischen vertreten die zweite. EICHLER und MEZ dürften aber ganz Recht haben, wenn sie meinen, dass die namentlich von BAILLON betonte simultane Entstehung des inneren Cyklusses keine Trennung beider Kreise nach der behaupteten Richtung bewiese. Die Entwicklungsgeschichte kann in der That nicht festsetzen, zu welchen Kategorien sie gehören.

4. Die zygomorphen Blüthen.

Die Symmetrieverhältnisse der Blüthen sind von v. FREYHOLD*) einer eigenen und gründlichen Untersuchung unterworfen worden; ich kann desswegen diese Angelegenheit, welche in der Einleitung zu einer Betrachtung über die Entstehung der zygomorphen Blüthen berührt werden müsste, übergehen. Nur so viel sei bemerkt, dass, wie schon EICHLER mit Recht hervorgehoben hat, bei strengster Beurtheilung die Zahl der aktinomorphen Blüthen erheblich vermindert werden müsste. Zieht man nämlich die Grössendifferenzen der Kelchblätter, ferner die ungleichen Insertionshöhen derselben bei imbrikat-quincuncialer Knospenlage in Betracht, so können die meisten im Kelche spiral aufgebauten Blüthen eigentlich keinen Anspruch darauf erheben, als wirklich aktinomorph angesehen zu werden.

Wie ich schon bei einer früheren Gelegenheit auseinandergesetzt habe, liegt der wesentlichste Faktor, welcher die Entstehung zygomorpher Blüthen bedingt, darin, dass der Blüthenboden abschüssig wird und bleibt. Die Eigenthümlichkeit eines in bestimmter Richtung abfallenden Blüthenbodens ist an und für sich noch nicht bestimmend dafür, dass die Blüthe zygomorph werden muss. In einem minderen Grade habe ich die Neigung desselben nach vorn bei den Monocotylen bereits erwähnt; in dem ausgeprägtesten Masse ist sie uns bei Statice und Polygonum begegnet. Alle diese Pflanzen sind aber dadurch ausgezeichnet, dass sie schliesslich einen planen Blüthenboden gewinnen und damit den Charakter der Zygomorphie verlieren. Was die Stellung der zygomorphen Blüthen anbetrifft, so ist dieselbe regelmässig seitlich. Für die Entstehung dieses Symmetrieverhältnisses ist die axilläre Disposition geradezu nothwendig, denn alle Gewächse, welche normal zygomorphe Blüthen ausgliedern, erzeugen aktinomorphe, sobald sie Gipfelblüthen entwickeln. Der Verfolg der Entwickelungsgeschichte wird uns klar machen, dass nur in der Achsel eines Blattes diejenigen Bedingungen geboten werden, welche einen

*) v. FREYHOLD Symmetrieverhältnisse und Zygomorphismus der Blüthen. Programm der höheren Bürgerschule zu Eupen 1874.

abschüssigen Vegetationskegel zu Wege bringen. Andererseits ist es nicht ersichtlich, unter welchen Verhältnissen die Spitze eines Sprosses, welche spiral oder decussiert gestellte Blätter hervorbringt, eine abschüssige Form gewinnen sollte, um sich in eine zygomorphe Blüthe umzubilden.

Gipfelblüthen an Sprossen, die normal zygomorphe Blüthen erzeugen, gehören zu den selteneren Erscheinungen. Mir ist nur eine Pflanze bekannt, welche regelmässig neben diesen eine aktinomorphe und zwar decussierte Gipfelblüthe erzeugt, nämlich Adoxa moschatellina L. Ich war leider nicht im Stande, mir ganz vollständiges Material zur Untersuchung des Pflänzchens zu beschaffen, möchte aber darauf hinweisen, dass eine erneute Beobachtung desselben unter Berücksichtigung der Contakterscheinungen wichtige Ergebnisse über die Entstehungsbedingungen aktinomorpher und zygomorpher Blüthen verspricht. Ich möchte noch bemerken, dass man mit der Untersuchung der Pflanze kurz nach der Blüthezeit beginnen muss, denn im Juni waren die Inflorescenzen schon zu weit entwickelt, als dass ich die ersten Phasen der Ausbildung noch hätte festsetzen können.

a. Die Blüthen der Rhodoraceen.

Ich habe aus dieser Gruppe, welche in der Systematik wegen der Lobeliaceenstellung des Kelches eine gewisse Beachtung gewonnen hat, Azalea Pontica L. und Rhododendron Ponticum L. untersucht. Beide werden in jedem botanischen Garten und vielfach in Parkanlagen angepflanzt, sodass man sich das Material leicht beschaffen kann; ausserdem habe ich noch Rhododendron hirsutum L. zum Vergleiche herangezogen. Die genannten Pflanzen verhalten sich in den wesentlichen Zügen, welche für uns Bedeutung haben, gleich. Die gehörige Zeit zur Beobachtung liegt zwischen Mitte Juni und Anfang August. Da sich die in einer Knospe zahlreichen Blüthen sehr langsam entwickeln, so kann man in der Regel an einem einzigen Blüthenstande alle Entwicklungsphasen beobachten.

Die Inflorescenz von Azalea Pontica stellt in der Zeit, wenn sich im oberen Theile noch Neuanlagen entwickeln, ein conisches zapfenartiges Gebilde dar, an dem die Bracteen in dichter, imbrikater Zusammenstellung an einander schliessen. Dieser engen Verbindung gemäss hat das Blüthenprimordium im frühesten Zustande eine sehr flache, nahezu scheibenförmige Gestalt von fast kreisförmigem Umrisse (Taf. VIII, Fig. 32). Es verbreitert sich dann an dem oberen Ende und gliedert zwei zunächst sehr schwache Höcker aus

(Taf. IX, Fig. 1), bei welchen ich eine Differenz der Entstehungsfolge in Bezug auf die beiden sich hinter ihnen übereinanderschiebenden Oberblätter nicht wahrzunehmen vermochte. Die beiden Primärblätter kommen zuvörderst in eine starke axoskope Convergenz, nicht aber dadurch, dass sich das Primord wie bisher zu einem im Querschnitte kreisförmigen Körper umgestaltet, sondern dadurch, dass sich der in der Mediane vorn liegende Theil nach und nach auf das Tragblatt zu dehnt und sich dabei langsam erhebt. Das Primord erhält auf diese Weise die Gestalt eines etwas gerundeten dreiseitigen Prismas, dessen Stirnfläche sanft von hinten nach vorn abfällt. An der Vorderkante erscheint das dritte Blatt (Taf. IX, Fig. 2). Wenn wir an weiter entwickelten Zuständen die Natur dieser drei Phyllome ermitteln, so finden wir, dass die beiden Primärblätter die später meist ziemlich grossen Vorblätter sind, das dritte vordere Blatt ist das erste Kelchblatt. Bezüglich der übrigen 4 Sepalen erlangte ich kein ganz sicheres Urtheil, ob sie in aufsteigender Folge oder simultan auftraten, jedenfalls stellen sich in der relativ grossen Lücke zwischen den Vorblättern zwei, in den zwei kleinen zwischen den Vorblättern und dem ersten Kelchblatte je ein einzelnes der kurzen Zähnchen ein, welche die Sepalen darstellen.

Der sanfte Abfall des Blüthenprimordiums bleibt noch erhalten, wenn im Contakte mit den zwar sehr kleinen, aber doch bestimmungsfähigen Sepalen die 5 Blumenblätter erscheinen (Taf. IX, Fig. 3). Ich war nicht im Stande zu ermitteln, ob die Anlage derselben simultan oder in succedaner Folge geschah. Nach diesen treten die 5 Staubgefässe auf, von welchen die beiden obersten, dorsal orientierten sichtlich grösser wie die beiden folgenden und diese wieder etwas grösser als das vorderste sind. In diesem Zustande kann man ausser der Abschüssigkeit des Blüthenbodens auch noch eine transversale Dehnung constatieren, welche bewirkt, dass die beiden seitlichen Petalen eine sehr weit nach aussen tretende Stellung erhalten. Dieser Umstand erklärt die bei den Rhodoraceen so häufig vorkommende Aestivation der Blumenblätter, derzufolge jene beiden eine äusserste Lage besitzen.

Rhododendron ist von Azalea dadurch verschieden, dass es nach den ersten, mit den Petalen alternierenden Gliedern des Androeceums noch einen zweiten Cyklus entwickelt, welcher vor den Petalen steht. Diese Gattung ist also echt obdiplostemonisch und zwar gehört sie in die Gruppe, welche ich als proterosepale unterschieden habe. Die inneren Staubgefässe sind kleiner in den Anlagen als die Primordien der Kelchstaubgefässe; somit bilden die letzteren für die Ausgliederung der Karpiden die Contaktkörper und

die Disposition derselben in epipetaler Lage wird mechanisch erklärt.

Azalea Pontica dagegen erzeugt oft keinen zweiten Staminalcyklus oder der letztere gelangt nicht zur Vollzahl der Glieder. Im ersten Falle ist die epipetale Stellung der Karpiden ohnehin gewährleistet, in dem letzten dürften die Verhältnisse von denen, welche bei Rhododendron obwalten, nicht verschieden sein.

Es giebt eine Anzahl von Rhodoraceen, bei welchen das Androeceum in noch höher multiplen Cyklen auftritt. Man hat diese auf ein Dedoublement der 10 Einzelstaubgefässe zurückführen wollen. Die Entwicklung der mir bekannten Formen lässt die Annahme zu, dass eine Vervielfältigung durch ähnliche Einschaltungen, wie sie bei den Columniferen vorkommen, kaum erwartet werden darf. Wahrscheinlicher ist, dass weitere alternierende Cyklen sich einstellen. Ich halte es nicht für unmöglich, dass dann Karpidenwechsel eintritt, vielleicht werden auch die dekameren Ovarien, welche sich bei gewissen Arten von Rhododendron zeigen, durch den Contakt mit 10 gleichweit nach dem Blüthencentrum vorspringenden Staubgefässen erklärt. Diese Vorgänge müssen indess erst durch genaue Beobachtungen geprüft werden. Ich habe auch bei der Äusserung dieser Vermuthungen nur den Zweck im Auge, auf die Fragen die Aufmerksamkeit zu lenken, denn wenn man auch bei diesen Untersuchungen bis zu einem gewissen Grade bestimmte Vorgänge erwarten kann, so ist doch bei der Mannigfaltigkeit der Entwicklungen in keiner Familie eine bestimmte Vorhersage räthlich.

Die theoretische Deutung des Rhodoraceendiagrammes, welche bisher gegeben wurde, kann der Entwicklungsgeschichte zufolge fernerhin nicht mehr festgehalten werden. Jene nimmt an, dass der zweite Kelchtheil median nach vorn fällt, dass somit s^1 und s^3 dorsal orientiert sind. Ähnlich den Lobeliaceen wäre also die Stellung zu dem gewöhnlichen Vorkommen bei den pentameren Blüthen invers normal und die Blüthe wäre im Braun'schen Sinne vornumläufig. Diese Disposition setzt zuvörderst eine phylloskope Convergenz der Vorblätter voraus. Die von mir mitgetheilte Entwicklungsgeschichte hat aber gezeigt, dass gerade umgekehrt eine starke axoskope Convergenz der Vorblätter vorhanden ist. Sie wurde bereits von Eichler deutlich erkannt, welcher*) an den Blüthenstielchen »zwei seitliche oder nach hinten convergierende Vorblätter« sah. Trotzdem er in der Einleitung selbst die phylloskope Convergenz der Bracteolen als eine wesentliche Eigenthümlichkeit der vornumläufigen Blüthen nach Braun-Schimper

*) Eichler Blüthendiagramme I. 342.

erklärte, hat er doch auf die Abweichung bei den Rhodoraceen keine Rücksicht genommen. Die Blüthe ist demgemäss auch in rein formalem Sinne von den früheren Morphologen nicht genügend erklärt. Ich erkenne die Ursache der Kelchstellung in der Erhebung der Stirnkante und der Transformation des Primords zu einem dreikantigen Prisma, durch welchen Umstand die Ausbildung eines vorderen unpaaren Kelchblattes bedingt wird. Mit den Lobeliaceen haben die Rhodoraceen zwar die Stellung der Blüthen in Bezug auf den Kelch gemeinsam. Jene weichen aber dadurch vollkommen ab, dass sie den Kelch an einem erhabenen, ebenen Primordium simultan anlegen, während die letzteren deutlich das vordere Kelchblatt einer an der Basis des Primordiums sich einstellenden erhöhten Wachsthumsenergie zufolge früher anlegen, wie die übrigen. Die Rhodoraceen sind mit einem abschüssigen Primordium versehen und sind demgemäss in der ersten Anlage zygomorph. Später wird der Blüthenboden ganz oder nahezu vollständig plan und desswegen reihen sie sich an diejenigen Formen an, welche ich früher unter den Polygonaceen und Plumbaginaceen besprochen habe. Sie nehmen also wie jene eine Zwischenstellung zwischen aktinomorphen und zygomorphen Blüthen ein und hätten ebenso gut bei den ersteren, wie an dieser Stelle besprochen werden können.

b. Die Blüthen der Scrophulariaceen.

Eine Untersuchung über die Entwicklungsgeschichte des Blüthenstandes und der Blüthen von Verbascum ist bis heute, so viel ich weiss, nicht gegeben worden. Die gröberen, an den entwickelten Pflanzen wahrnehmbaren Verhältnisse hat Wydler wie immer in sehr eingehender und gründlicher Weise analysiert. Ich untersuchte einige jener reichblüthigen Formen, wie Verbascum phlomoides L., thapsiforme Schrad. und lychnitis L. und habe endlich die Gestalten, welche sich an V. blattaria L. anreihen, nämlich diese selbst und V. phoeniceum L. und V. grandiflorum Schrad. geprüft.

Die Hauptaxe der reichblüthigen Arten ist im Wachsthume unbegrenzt; sie erzeugt bis in den spätesten Herbst aus den Tragblättern neue Blüthenständchen, die bei sinkender Temperatur ihre Ausbildung nach und nach einstellen. Diese Complexe sind mehrfach zusammengesetzt; man sieht in ihnen eine Terminalblüthe, die der ersten Entstehung zufolge auch am frühesten in die Anthese tritt. Sie ist mit zwei Vorblättern versehen, die in ihren Achseln wiederum bibracteolate Secundanblüthen erzeugen. Die letzteren verhalten sich gleich den Bracteolen der Primanblüthen und derartig geht die Entwicklung

weiter fort, sodass man mehrfach combinierte Knäuel mit dichasialem Ausgliederungsmodus in den Achseln der ersten Blätter vorfindet.

Jeder Specialblüthenstand erhält nun nach der Entwicklung der beiden Dichasialstrahlen dadurch eine erhebliche Bereicherung, dass sich genau unterhalb der letzteren neue Blüthen einschalten. Der Blattgrund verharrt also unbegrenzt lange Zeit in meristematischem Zustande und erzeugt in einer Reihe gelegene Blüthenschaaren. Eine Ausweichung der einzelnen Blüthen findet dabei nicht statt, so dass sich etwa wickelartige Verbindungen einstellten (Taf. IX, Fig. 10). Alle diese Begleitblüthen sind ebenfalls von zwei Vorblättern gestützt, aus deren Achseln aber in der Regel eine weitere Ausbildung von Blüthen nicht statt hat.

Dem Entwicklungsgange entsprechend ist auch die Aufblühfolge und man hat daher in der Gesammtinflorescenz von Verbascum einen zusammengesetzten Blüthenstand vor sich, der zu wiederholten Malen von der Basis nach der Spitze hin aufblüht. Welche Reihenfolge dabei eingehalten wird, brauche ich nicht weiter auseinander zu setzen, da sie aus meiner Beschreibung sich von selbst ergiebt.

Die Entstehung der Blüthen von Verbascum thapsiforme ist an denen der Schaaren sehr leicht zu verfolgen. Wenn sich die Gesammtinflorescenz schon gestreckt hat, braucht man nämlich nur eine Bractee mit einer Pincette nach unten abzuziehen und man wird stets die beiden jüngsten Blüthen der in der Achsel stehenden Schaar daran haften finden. Mittelst einer scharfen Nadel lassen sie sich bequem von dem Blatte entfernen, von einander trennen und gut beobachten.

Die jüngsten Anlagen haben dem engen Raume zwischen der letzten Blüthe und dem gemeinschaftlichen Tragblatte entsprechend eine flach zusammengedrückte, fast linsenförmige Gestalt, die auch an der Spitze abgerundet ist. Das Körperchen streckt sich dann in die Breite und erzeugt an den Seiten zwei kleine ungleich grosse Läppchen (Taf. IX, Fig. 4), von denen das eine früher entsteht als das andere; dabei wird es gerundet vierseitig, etwa von der Gestalt eines Paralleltrapezes, bei welchem die nach unten gekehrte Seite etwas breiter ist als die obere. An den 4 Ecken entstehen nach einer geringen Depression der Oberseite kleine Blattanlagen: die Andeutung der ersten 4 Kelchblätter. Bei einiger Aufmerksamkeit kann man verfolgen (Taf. IX, Fig. 5), dass die vorderen oder unteren 2, welche an das Tragblatt anstossen, ein wenig früher auftreten, als die gegenüberliegenden oberen oder hinteren.

Das ursprünglich senkrecht gestellte oder sogar nach vorn übergekippte Blüthenprimordium wächst jetzt an der Vorderseite viel stärker

und erhält wieder jene nach vorn abfallende Gestalt, die wir schon an so vielen ähnlichen Formen kennen gelernt haben (Taf. IX, Fig. 7). Erst um diese Zeit schiebt sich zwischen die nach hinten umfassenden oberen Kelchblätter das fünfte, lange hinter den anderen an Grösse zurückbleibende Kelchblatt ein (Taf. IX, Fig. 6). Während die zwei vorderen Kelchblätter über der Basis des Primordiums zum Verschlusse gelangen, lappt sich im Contakte mit den 5 Kelchblättern der Blüthenboden und gliedert wie es scheint simultan in den 5 Ecken die Blumenblätter aus. Die Staubgefässe entstehen wenigstens für die beiden Paare in absteigender Folge; darüber aber, ob das oberste einzelne zuerst erscheint, konnte ich eine Gewissheit nicht erlangen; dieser Punkt wäre also durch wiederholte Untersuchung noch eingehender zu prüfen.

Wie Taf. IX, Fig. 4 zeigt, haben die beiden Bracteolen in der ersten Zeit eine vordere Lage oder sitzen wenigstens derartig an der schmalen Blüthenbasis, dass sie nicht entschieden nach hinten convergieren. Bei der abschüssigen Form der Blüthe tritt die Einwirkung derselben ausser Funktion und desswegen können sie auf die Disposition der Cyklen keinen Einfluss ausüben.

Wenn sich die Karpiden entwickeln, hat das Blüthencentrum eine solche Form, dass die Längsaxe die transversale um einen erheblichen Theil an Grösse übertrifft, und demzufolge stellen sich die beiden Fruchtblätter, welche das Ovar aufbauen, in die Enden der langen Axe, fallen also median.

Die Arten der Gattung Verbascum, welche sich durch einfache Trauben auszeichnen, wie V. Blattaria, haben keine Vorblätter an den Blüthen und zwar sind dieselben auch nicht in der Form eines Rudiments der Anlage nach vorhanden. Die ganzen Aufbaubedingungen müssen demnach in gewissen Hinsichten andere sein und diese Abwandlung bewog mich, auch sie entwicklungsgeschichtlich zu untersuchen.

Der Sprossgipfel stellt ein sehr reichblättriges Gebilde dar, an dem die Phyllome in spiraler Folge ausgegliedert werden (Taf. IX, Fig. 8). Die Blüthenprimordien haben ebenfalls eine flache, fast scheibenförmige Gestalt mit gerundetem oberen Ende. Später hebt sich dasselbe am Basaltheile ein wenig und presst sich in die Lücke ein, welche zwei Oberblätter des Tragblattes zwischen sich lassen (Taf. IX, Fig. 9). Diese sind aber nicht die das Tragblatt zunächst berührenden, welche wir bis jetzt immer von Bedeutung für den Blüthenaufbau erkannten, sondern zwei höher inserierte. Die Gestalt des Primordiums wird 5seitig, wobei die Spitze nach hinten zu fällt. An den 5 Ecken entstehen dann in Form kleiner Läppchen die Kelchblätter und zwar sind die

drei oberen oder axoskopen die ersten, auf welche die zwei unteren folgen. Die Corolle wird wieder simultan an dem abschüssigen Blüthenboden, nachdem er vorher eine fünflappige Gestalt angenommen hat, erzeugt. Die Beobachtung jedoch, dass die beiden dorsalen Corollenabschnitte regelmässig die äussersten sind, spricht dafür, dass secundäre Dehnungen vorkommen müssen, welche sie zu ihrer nach vorn auf beiden Seiten deckenden Aestivation bringen. Man sollte nun meinen, dass sich diese beiden Corollenzipfel in der Deckung unter sich gleich verhalten müssten, d. h. dass in ungefähr gleicher Zahl von Fällen der rechte, wie der linke zu äusserst liegen würde; ich habe aber die Wahrnehmung gemacht, dass an den verschiedenen Inflorescenzen die eine Art der Deckung regelmässig überwiegt, ohne dass ich im Stande war, eine Ursache dafür zu ermitteln.

Verbascum lychnitis ist der Vertreter einer dritten Reihe von Entwicklungsformen. Im Blüthenstande schliesst sich diese Art an V. thapsiforme an, indem auch hier Blüthenschaaren gefunden werden. Hinsichtlich der Blüthenausbildung nähert sie sich aber V. blattaria, denn nach Anlage der beiden Vorblätter wird das Primordium wie bei dieser 5-seitig, wobei sich die Spitze des Pentagons freilich nicht zwischen höher stehende Tragblätter einfügt, sondern sich zwischen die beiden vorderen Kelchblätter der vorhergehenden Blüthe einpresst (Taf. IX, Fig. 10), während die 2 seitlichen oberen Ecken in die Berührungsorte zwischen diese und die Vorblätter der älteren Blüthe zu liegen kommen, die unteren Ecken befinden sich zwischen den Vorblättern und dem Tragblatte. Hier entstehen nun, während sich in den oberen 3 Ecken bereits die Primordien von Blättern zeigen, noch keine Sepalen; ihrer Anlage geht vielmehr wiederum erst eine Hebung der Vorderseite voraus.

Wenn also auch die Entstehung von Vorblättern und die Natur des Blüthenstandes von V. lychnitis und V. thapsiforme einander näher bringen, so ist doch die erstere durch die rein absteigende Kelchanlage von der Entwicklung, welche die letztgenannte Art gezeigt hat, erheblich verschieden.

Ehe ich auf die Besprechung der theoretischen Deutung der Scrophulariaceenblüthe übergehe, will ich noch eine Reihe anderer hierher oder in die Nähe gehöriger Pflanzengattungen bezüglich ihrer Blüthenentwicklung vorführen.

Die Gattung Linaria hat mich, da die Ermittlung der hier obwaltenden Verhältnisse mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden ist, mehrere Jahre hindurch beschäftigt. Ich war zu der Überzeugung gelangt, dass der Kelch in quincuncialer Spirale entstände, wurde aber doch wieder nach neuen Untersuchungen über die Richtigkeit dieser

Beobachtung schwankend, als ich immer jüngeren Zuständen eine erhöhte Aufmerksamkeit schenkte, und fand endlich im Laufe des vergangenen Jahres, dass die Ausbildung sich in anderer Weise vollzog, als ich früher erkannt zu haben glaubte. Besser nämlich als Linaria vulgaris L. sind die in unseren botanischen Gärten cultivierten Arten L. Maroccana Loss., bipartita W. und triphylla W. für die Untersuchung geeignet und diese habe ich eingehender geprüft.

Die Blüthen aller Linarien entstehen in der Achsel von Laubblättern, welche zu einem Schopfe an der Spitze des Sprosses dicht zusammengedrängt stehen und die wie gewöhnlich spiral angelegt werden. Die Blüthen werden vom Juni an in grosser Menge bis in den Herbst hinein erzeugt.

Das Primordium stellt in der frühesten Entwicklung ein flaches, ungefähr senkrecht gestelltes Gebilde dar, das sich oben etwas verbreitert und zwei kleine Läppchen abgliedert. Sie werden durch eine sehr seichte Buchtung von der Spitze des Primordiums gesondert und bilden mit dieser die 3 ersten Kelchblätter. Nun hebt sich der Vordertheil desselben, welcher das Tragblatt berührt, ein wenig und bringt, während die oberwärts gelegenen das Primordium mit einem flachen Saume umgeben, 2 untere Sepalen hervor (Taf. IX, Fig. 12).

Der Blüthenboden ist jetzt hergestellt, er ist nach vorn zu abschüssig. Er lappt sich, indem er sich zwischen die Kelchblätter hineinzieht, wobei aber vorläufig eine deutliche Anlage von Petalen noch unterbleibt. Nun werden auf ihm durch zwei Kreisbögen, deren Convexität auf einander zugekehrt ist, in dem oberen Theile des Blüthenbodens zwei seitliche Partieen schärfer umgrenzt, die sich zu Kalotten abrunden (Taf. IX, Fig. 13). Zu gleicher Zeit bemerkt man zwischen ihnen oben ein Hügelchen *std*, während unten zwischen den Vordersepalen ein kleines Läppchen *p* sich kenntlich macht. Im Contakte mit dem letzteren und den oberen Kalotten spriessen, dem vorhandenen Raume entsprechend, zwei kleinere vordere Kalotten hervor. Durch eine quere Dehnung rücken die ziemlich eng sich berührenden Kugelkappen auseinander und den freigewordenen, in der Mediane vorwiegend ausgedehnten Raum nehmen die zwei Karpiden ein, welche wie mir schien simultan auftreten.

Von welcher Bedeutung bei Linaria der Contakt der oberen Blätter für jedes Blüthenprimordium ist, in Sonderheit ob sich die oberste Spitze des Primordiums, welche den unpaaren Kelchzipfel bildet, wie bei Verbascum zwischen zwei derselben einpresst, habe ich leider festzustellen verabsäumt.

Die Bestimmung der einzelnen Theile, welche successiv am Blüthenkörper hervorsprossen, ist bei der Betrachtung der Bilder

verhältnissmässig leicht. Die beiden ersten Kalotten sind die obersten Staubgefässe, zwischen denen zu gleicher Zeit mit ihrer Anlage ein Höckerchen sich ausbildet, das den Raum, der zwischen beiden in axoskoper Richtung offen bleiben würde, ausfüllt. Seine Grösse ist den gegebenen Verhältnissen angemessen viel geringer als die der beiden Kalotten; der Natur nach ist es ein Staminodium, welches bisher bei der Gattung Linaria nicht beobachtet worden ist, das ich aber in der Form eines winzigen Wärzchens an sämmtlichen von mir geprüften Arten, auch an viel weiter entwickelten und selbst in der Anthese begriffenen Blüthen als regelmässig vorhanden habe nachweisen können.

Das Läppchen *p*, welches zwischen den beiden vorderen Kelchblättern vor der Anlage des zweiten Kalottenpaares in augenfälliger Weise sich bemerkbar macht, ist das vordere Blumenblatt. Wenn auch minder gross, sind doch, sobald der Kelch entfernt wird, die ersten Anfänge der übrigen 4 Petalen zwischen den Staubgefässen deutlich zu erkennen: sie bilden sich durch die Lappung des Blüthenbodens bereits vor den Staubgefässen aus, wenn sie auch erst nachher sich weiter entwickeln und durch Zwischenbrücken, d. h. gemeinschaftliche Gewebezonen zwischen ihnen interkalar gehoben und verbunden werden. Die vorderen Staubgefässkalotten sind schon in der ersten Anlage ersichtlich kleiner als die oberen.

Die Gattung Antirrhinum, von der ich A. orontium L. untersucht habe, verhält sich in allen Stücken genau wie Linaria. Für Lophospermum giebt Payer eine abweichende Darstellung. Es wäre wichtig, diese Angaben zu controllieren, um genau festzustellen, ob bei ihr wirklich eine quincunciale Anlage des Kelches vorhanden ist. Wahrscheinlich werden viele der rein traubig gruppierten Blüthen aus der Familie der Scrophulariaceen denselben Entwicklungsgang einhalten; dies würde also namentlich für Digitalis, Alonsoa u. a. Geltung haben. In wie weit die Anwesenheit zweier nicht selten vorhandener Vorblätter die Anlagefolge beeinflusst, würde ebenfalls noch genauer festzusetzen sein.

Die Sprossgliederung der Inflorescenzen bei den in unseren Gärten cultivierten Arten der Gattung Pentstemon wurde bereits von Wydler*), soweit dies nach den fertigen Zuständen geschehen konnte, in gewohnter Weise sehr vollständig und klar auseinandergesetzt. Diese Pflanzen bieten einige Eigenthümlichkeiten, welche man gewöhnlich, wenn auch nicht mit Recht, der gesammten Gattung zugeschrieben hat. Ich untersuchte nach lebendem Materiale des botanischen Gartens

*) Wydler in Flora 1851. p. 247, 411.

zu Berlin Pentstemon cobaea Nutt., P. diffusus Dougl., P. digitalis Nutt., P. ovatus Dougl., P. procerus Dougl., P. pubescens Sol. Alle diese Arten sind wie die übrigen der Gattung mit decussierten Blättern versehen; aus den Achseln der oberen treten Blüthenstände hervor, deren Verein eine zusammengesetzte Traube oder Rispe bildet. Die Specialblüthenstände der erwähnten Arten zeigen einen einfachen oder zusammengesetzten dichasialen Bau; unter der Mittelblüthe jedes Dichasiums begegnet uns aber immer eine Begleitblüthe, die ungefähr ebenso orientiert ist, wie jene. Sie blüht regelmässig sogleich nach der Mittelblüthe auf und befindet sich also früher in der Anthese, als jeder der beiden Dichasialstrahlen.

P. grandiflorus Fras., P. Murrayanus Hook.fil. und deren Verwandte, ferner P. gentianoides G. Don, P. tubiflorus Nutt. u. s. w. sind dadurch ausgezeichnet, dass nur die Mittelblüthe nebst ihrem Begleiter entwickelt ist, während die Lateralstrahlen fehlen, wenigstens habe ich an Herbarmateriale die Seitenblüthen in den allermeisten Fällen nicht nachweisen können. Die Section Erianthera hingegen und gewisse Arten der Section Cepocosmus sind nur mit Einzelblüthen in den Blattwinkeln versehen.

Bei der Schilderung des Sprossaufbaues in den Pentstemon-Inflorescenzen hat man sich immer nur an die Formen gehalten, welche sich an P. cobaea anschliessen. BRAUN und WYDLER haben den Specialblüthenstand jener Arten derart aufgefasst, dass sie die Begleitblüthe als den dritten Ast eines Trichasiums betrachteten, dessen Tragblatt meistens fehlt. WYDLER hat dies besonders dadurch zu beweisen geglaubt, dass er angab, die Kelchdisposition der Hauptblüthe schlösse sich an das dritte Blatt genau so an, als ob dieses die Stelle des ersten Kelchblattes nach den beiden Vorblättern repräsentierte, und in der That liegt s^1 der Oberblüthe auch der Aestivation nach in dem ganzen Systeme dorsal median.

Es wäre somit das dritte Vorblatt das erste und einzige Blatt einer $^2/_5$ Spirale, an das der Kelch ohne Prosenthese sich reihte. EICHLER*) glaubte hingegen die Sachlage natürlicher aufzufassen, wenn er das dritte Blättchen nicht als Vorblatt, sondern »als ein über den eigentlichen Vorblättern entwickeltes Hochblatt betrachtete«. Die Partialinflorescenzen von Pentstemon wären daher in der Primanaxe noch botrytisch, doch durch Ausbildung der Gipfelblüthe und die reducierte Zahl der Hochblätter (2 Vorblätter und ein eigentliches Hochblatt) den Dichasien thunlichst genähert. Schliesslich gab EICHLER aber auch zu, dass man sie als Trichasien betrachten könne.

*) EICHLER Blüthendiagramme I. 209.

Ich habe schon oben auseinander gesetzt, dass zwischen einer Dolde mit Gipfelblüthe und einem Polychasium ein Unterschied faktisch nicht existiert und dass die subtilen Unterscheidungen, welche EICHLER wiederholt zu machen versucht hat, die niemals und auch hier nicht ein bestimmtes Resultat zu Wege brachten, ohne Schädigung bei Seite gelassen werden können.

Ich habe nun bei den oben erwähnten Pflanzen die Entwicklungsgeschichte dieser Partialinflorescenzen verfolgt und nachstehende Thatsachen gefunden. Das Primord, welches sich aus der Achsel eines Laubblattes erhebt und zur Ausgliederung einer Mittelblüthe bestimmt ist, nimmt sehr bald die Form eines flachen, kreisförmig umschriebenen Polsters an, das sich an seiner Dorsalseite erhebt und hier relativ sehr früh ein grosses, sanft gekrümmtes oder oben fast gestutztes Kelchblatt erzeugt (Taf. X, Fig. 22 s^h); in dieser Zeit oder auch etwas vorher brechen zwei Blätter hervor, die später deutlich nach vorn convergieren und welche als die Vorblätter der Blüthe anzusehen sind (Taf. X, Fig. 22 α und β). Zugleich aber erscheint, einer Dehnung im Tragblattachselgrunde entsprechend, in der Mediane dicht unter der Blüthenanlage ein kleiner neuer polsterförmiger Höcker fl^i und zwar, so weit ich beobachten konnte, früher als die Produkte in den Achseln der beiden Vorblätter. Dieser kleine Körper erzeugt die Blüthe, welche unterhalb der Terminalblüthe beobachtet wird und welche, wie man sich leicht überzeugen kann, der früheren Anlage entsprechend auch vor den beiden die Dichasialstrahlen abschliessenden Blüthen aufblüht. Ein stützendes Tragblatt dieser Blüthe habe ich niemals gefunden; bei den von mir untersuchten lebenden Pflanzen war es weder im ausgebildeten noch im rudimentären Zustande vorhanden; auch die sehr zahlreichen Arten des Berliner Herbariums haben mir ein solches Blatt nicht aufgewiesen. WYDLER giebt leider nicht an, welche Arten von Pentstemon ihm als Untersuchungsobjekte gedient haben, es wäre möglich, dass diese doch das Blatt besässen; desswegen kann ich nicht positiv behaupten, dass es überhaupt niemals vorhanden sei.

Verfolgen wir nun die Kelchanlage dieser zweiten Blüthe, so ist dieselbe genau derjenigen gleich, welche die Hauptblüthe bietet, so weit wir vorläufig das erste Kelchblatt in Rücksicht nehmen.

Welcher Natur ist nun diese zweite Blüthe der ganzen Inflorescenz? Halten wir uns an die beobachteten Thatsachen, so kann dieselbe unmöglich, wie WYDLER, BRAUN und EICHLER wollen, für die vierte angesehen werden, denn in dem Momente, wo ihre erste Anlage wahrgenommen wird, ist von den beiden anderen Dichasialstrahlen nichts zu bemerken. Damit fällt sowohl die WYDLER'sche

Betrachtungweise der Inflorescenz, wie die EICHLER'sche Auffassung derselben in sich zusammen. Die Blüthe ist vielmehr der Anfang einer Blüthenschaar oder, in früherer Ausdrucksweise, sie ist eine untere Beiknospe. Dieser Thatsache entsprechend ist denn auch die Stellung des ersten Kelchblattes in beiden Blüthen gleich und zwar dorsalmedian, denn wir wissen, dass bei Blüthenschaaren die Kelche fast stets eine gleichsinnige Orientierung aufweisen. Die ganze Umschreibung, dass s^1 an das dritte Vorblatt ohne Prosenthese anschlösse, ist also überflüssig. Dieses Primordium befindet sich, da es seine Entstehung einer Dehnung im Achselgrunde des Tragblattes verdankt, bezüglich der Ausgliederung des ersten Kelchblattes unter den gleichen Anlagebedingungen, wie die Hauptblüthe, und die gleiche Stellung derselben ist eine ganz natürliche Folge dieser Bedingungen.

Ein weiterer Hinweis auf die Unzulänglichkeit der früheren Auffassung wird dadurch geboten, dass bei einer Vereinfachung der Inflorescenz zunächst die Lateralstrahlen des Dichasiums in Wegfall kommen. Diese Reduktion wird nicht allein bei allen den erwähnten Arten, welche sich wie P. cobaea verhalten, im Ausgange der zusammengesetzten Dichasien beobachtet, sondern ist in den Gruppen, welche sich um P. gentianoides und P. grandiflorus schaaren, typisch; ich habe bereits oben darauf hingewiesen, dass die Specialblüthenstände der letzteren nur aus Mittel- und Begleitblüthe bestehen. Die letztere kann desshalb wohl kaum die dritte Seitenanlage sein, sondern muss eher nach meiner Ansicht als Unterblüthe aufgefasst werden.

Mir war nun schon früher aufgefallen, dass die Kelche von Pentstemon merkwürdige Fälle von Metatopie zeigen. Jeder, der auch nur flüchtig die Deckung der Zipfel verfolgt, wird einen bei Kelchen sonst durchaus ungewöhnlichen Wechsel in der Aestivation beobachten; nur ein Blatt hat überall eine constante Lage, es ist das unpaare hintere, das dem Auftreten nach als das erste oben erwähnt wurde. Namentlich Mittelblüthen ersten Grades aus untersten Tragblättern haben ganz regelmässig diejenige absteigende Deckung, welche so häufig bei den Scrophulariaceen beobachtet wird; fast stets weisen die Begleitblüthen dagegen eine solche Deckung auf, dass die beiden vorderen Kelchblätter die mittleren umfassen, dabei liegt das äusserste von ihnen in zwei symmetrisch gestellten Unterblüthen, also bei den gegenüber befindlichen Dichasialstrahlen unter fester Stellung der Inflorescenz auf derselben Seite.

Die Ermittlung der Anlagebedingungen für diesen Wechsel der Kelchblattdisposition erschien mir nicht ohne Bedeutung. Es gelang mir auch schliesslich, die Frage zu lösen. Die Mittelblüthen der un-

tersten Specialinflorescenzen wiesen mir folgende Contaktverhältnisse auf in der Zeit, als nach dem ersten Kelchblatte die beiden mittleren (Taf. X, Fig. 22 s^m) erschienen: Die vordere Seite des flachen fast kreisförmigen Blüthenprimordiums wurde von 3 Körpern berührt (α, β, fl^i), welche sich so eng an dasselbe anschmiegten, dass ich zuerst den Eindruck empfing, als ob ich eine junge Blüthenanlage mit einem 6-gliedrigen Kelche vor mir hätte. Durch sorgfältige Ablösung und den Vergleich nächst älterer Zustände gelang es mir nicht ohne einige Mühe festzusetzen, dass der median vordere Körper (fl^i) das Primordium der Unterblüthe war, und dass die zwei benachbarten Körper (α und β) die beiden durch die Dehnung im Achselgrunde des Tragblattes nach vorn gerückten Vorblätter darstellten. Bei einem so engen Contakte auf der Vorderseite des Blüthenprimordiums konnten unter dem Einflusse des ersten hinteren Kelchblattes die zwei folgenden Sepalen an keiner anderen Stelle ausgegliedert werden, als in unmittelbarer Berührung mit jenem. Wenn sich nun die Oberblüthe so weit gehoben hat, dass sie ausser Contakt mit den vorderen 3 Körpern tritt, erscheinen die beiden letzten unteren Kelchzipfel und so sehen wir denn, dass, der Aestivation entsprechend, auch die Anlage des Kelches absteigend sich vollzieht.

Anders ist die Sachlage bei den Beiblüthen (Taf X, Fig. 21 fl^i). Unmittelbar an diese stossen nämlich seitlich die beiden Vorblätter α und β des Sprosses mit ihren Achselprodukten und stehen mit dem Primordium in engem Contakte. Während sich in den Raum, welchen die sich kugelförmig abrundende, unten in den Stiel sich verjüngende Knospe der Hauptblüthe bietet, der oberste Kelchzipfel s^h einschmiegt, sind die Flanken wegen der engen Berührung durch die Vorblätter nicht zur Anlage der mittleren Kelchzipfel befähigt. Wohl ist aber eine Lücke vorhanden zwischen beiden auf der Vorderseite und so sehen wir denn, dass sich hier zuerst als ganz flache Säume (s^v) zwei Zipfel einstellen, die sich bald vergrössern und denen dann erst die mittleren folgen. Der Umstand, dass die Lage des übergreifenden, grösseren Zipfels der beiden Vordersepalen in symmetrisch gestellten Unterblüthen constant ist, scheint mit der Grössendifferenz der beiden Vorblätter und ihrer Achselprodukte im Zusammenhange zu stehen und diese ist ohne Zweifel wieder abhängig von der Verschiebungsfähigkeit der Tragblätter. Der geförderte Spross liegt nämlich, so weit ich verfolgen konnte, wie die geförderten Dichasialstrahlen überhaupt in compliciert zusammengesetzten Cymenverbänden immer relativ nach aussen, also an den Stellen, von denen ich vermuthete, dass sie sich unter minderem Drucke befinden; das grössere äussere Kelchblatt aber befindet sich bei dem geminderten Vorblatte α.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die bei den Pentstemonkelchen zu beobachtenden sogenannten Metatopieen nicht auf ungleichen Wachsthumszunahmen typisch spiral nach $^2/_5$ angelegter Glieder beruhen, sondern dass die Wechselverhältnisse auf primäre Anlagedifferenzen, welche durch verschiedenen Contakt bewirkt werden, zurückzuführen sind. Diese Variation ist ein neuer Beweis dafür, dass der vorgestellte typische Spiralgang in der Anordnung der Sepalen bei den Scrophulariaceen nicht vorhanden ist, oder dass er nur durch künstliche Correkturen gewonnen werden kann. Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass WYDLER in der Oberblüthe das dorsalmediane Kelchblatt für das erste genommen hat, eine bei den ganzen Labiatifloren durchaus ungewöhnliche Voraussetzung, da die vergleichenden Morphologen trotz derselben, überall gleichen Lage und trotz derselben Aestivation und Entstehung dieses für das zweite erklären. Er that dies aus dem Grunde, und auch diesen habe ich oben bereits berührt, weil er für die Unterblüthe ein drittes Vorblatt annahm, das sehr oft abortiert wäre. Bei meinen Pflanzen war es überhaupt nicht da, seine Einwirkung war ausgeschlossen und die Fähigkeit, irgendeine Ortsbestimmung zu bewirken, war nicht gegeben. Bezüglich der Unterblüthe meinte nun WYDLER, dass dieselbe die gewöhnliche Kelchdisposition der Scrophulariaceenblüthe aufwiese, dass also das obere Kelchblatt das zweite wäre. Erinnern wir uns nun, dass die beiden untersten Kelchblätter entwicklungsgeschichtlich früher auftreten als die beiden mittleren, so wird uns für diese Auffassung ein Schlüssel in die Hand gegeben. Geht man nämlich von dem einen derselben, dem beiderseitig aussen deckenden, zu dem dorsalmedianen, und setzt man die Curve mit Überspringung je eines folgenden fort, so kommt natürlich eine $^2/_5$-Spirale heraus und damit war eine Disposition erreicht, die sich mit der formalen Disposition des Kelches an einer Scrophulariaceenblüthe vollkommen deckte.

So schön passte aber die Sache bei der Oberblüthe nicht. Gewöhnlich ist bei ihr nur ein Kelchblatt mit beiderseitiger Deckung vorhanden, die übrigen decken absteigend. Den Fall, welchen WYDLER als den typischen für diese Blüthe ansah, erinnere ich mich nicht gesehen zu haben; aber auch WYDLER war ein viel zu exakter Beobachter, als dass ihm dieser Mangel an Übereinstimmung mit seiner Theorie hätte entgehen können, denn er sagte ausdrücklich: »Übrigens kommen nicht selten Metatopieen der Kelchblätter vor, durch welche man sich nicht muss täuschen lassen.« Nach den Resultaten der Entwicklungsgeschichte ist das oberste Kelchblatt in Ober- und Unterblüthe das erste: die Theorie, welche es in jener für das erste, in dieser für das zweite erklärt, ist ferner nicht wohl haltbar.

Ich habe in der vorliegenden Schilderung nur zwei besonders prägnante Fälle herausgegriffen, die, wie erwähnt, sich dort finden, wo die Blüthenstände in der Vollkraft ihrer Entwicklung sind. Bei den mittleren und oberen Specialinflorescenzen oder den Dichasien zweiter und höherer Ordnung finden wir in den Oberblüthen nicht selten einen Stellungswechsel der Zipfel insofern, als der eine des mittleren Paares eine innere, nicht halb äussere, halb innere Lage hat. Bei den von mir angedeuteten mechanischen Faktoren, die sich je nach der Grösse der Contaktkörper nicht immer in gleicher Weise wiederholen müssen, ist es nicht überraschend, dass einseitige Veränderungen auftreten. Alle diese Verhältnisse bis in die Einzelheiten zu verfolgen, würde mich zu weit führen, ich will mir desshalb an den berührten genügen lassen.

Bei der Untersuchung über die theoretische Deutung und den Bauplan der Scrophulariaceenblüthe wird die Gattung Calceolaria eine gewisse Bedeutung beanspruchen. Ich halte es desswegen für angemessen, die von mir an den Blüthen von Calceolaria chelidonioides H. B. K. und C. pinnata L. beobachtete Entwicklung mitzutheilen. Diese Pflanzen werden in den botanischen Gärten cultiviert und eignen sich wegen ihrer vollkommen kahlen Inflorescenzanlagen in den jüngsten Stadien recht gut für das Studium. Die weiter entwickelten Theile sind mit einer Drüsenbekleidung versehen, welche die Behandlung der Objekte nicht wesentlich erschwert. Sie verhalten sich in allen Einzelheiten gleich, sodass ich mich in meiner Schilderung nur auf die eine, C. chelidonioides beschränken kann. Die Verzweigungssysteme dieser Pflanze sind in der Blüthenregion nicht ganz leicht zu analysieren. Sie machen den Eindruck von Monopodien mit decussierten Blattpaaren, aus deren einem Elemente ein sich ähnlich entfaltender Seitenstrahl erhebt, während noch zwei Blüthen an jedem Knoten vorhanden sind, von denen die eine früher aufblüht als die andere. Verfolgt man aber die Entwicklung der Verzweigung, so erkennt man leicht, dass die Axen nur scheinbare Monopodien darstellen, in Wirklichkeit sind sie sympodialer Natur. Das ganze Gewächs baut sich in der Blüthenregion dichasial auf. Die zuerst aufblühende Blüthe an jedem Knoten ist das Axenende, die Merithallien, welche das scheinbare Monopodium bilden, sind die successiven geförderten Sprosse aus dem einen Blatte, die scheinbaren Seitenäste sind die geminderten. Die zweite Blüthe aber ist der Anfang einer Blüthenschaar, d. h. eine untere Beiknospe in der Achsel des Tragblattes, aus der die Blüthe hervorging, die, nachdem unter ihr zwei Blätter entstanden waren, jene Axe abschloss.

Ehe irgend eine Blattanlage an dem Blüthenprimordium bemerkt wird, stellt dasselbe bereits an seinem Scheitel eine schiefe, nach vorn abfallende Ebene dar, an welcher zuerst das axoskope Kelchblatt, dann zwei transversale Sepalen und endlich ein vorderes erscheint. Das letztere wird, wie ich mich sehr bestimmt überzeugt habe, nur als ein einfaches, nicht als ein Doppelorgan ausgegliedert. Die Blumenblätter bilden sich nun dergestalt, dass sich sowohl an dem axoskopen wie dem phylloskopen Theile des Primordiums zwei sehr schwache Säume (Taf. IX, Fig. 14) erheben, die aufeinander zuschreitend endlich in Berührung mit einander kommen und am Rande verschmelzen. Der vordere Saum zeigt eine zwar sehr schwache, aber doch schon früh deutliche Kerbe, während der hintere einen einheitlich verlaufenden, ungetheilten Rand besitzt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die beiden Läppchen zur Seite der Kerbe an ihren Spitzen im Contakte mit dem vorderen Kelchblatte früher entstehen, als der Mitteltheil; ich konnte aber über dieses Verhältniss keine vollkommene Sicherheit gewinnen.

Während die zum Verschlusse gelangten Petalen in der Form eines Kragens die Basis des Blüthencentrums umgeben, erhebt sich dieses in der Gestalt eines sanft gerundeten Kissens. Bald nachher sieht man, dass über den Scheitel desselben in der Längsrichtung eine Furche verläuft (Taf. IX, Fig. 14), die dasselbe in zwei gleiche Theile zerlegt. Durch allmählige Abrundung gehen aus ihnen die beiden Staubgefässprimordien hervor; diese nehmen von Anfang an den ganzen Raum des Blüthenbodens in Anspruch. Für die Entstehung weiterer Staubgefässe ist somit kein Platz vorhanden und dieser Umstand erklärt die Thatsache, dass die Anlage des Androeceums mit 2 Staubgefässen abgeschlossen ist.

Untersucht man die nächst älteren Blüthen, so gelingt es im Anfange durchaus nicht, eine weitere Veränderung nachzuweisen. Man sieht immer nur die beiden Staubgefässprimordien, welche lückenlos aneinander gefügt sind, von einem Raume, in dem die Karpiden erscheinen sollten, macht sich keine Spur bemerkbar. Mittlerweile haben sich auch die beiden Hälften der Corollen weiter entwickelt. Sie schieben sich von hinten und von vorn über die Staubgefässe, an denen man bereits die Furchungen wahrnimmt, welche die Theken von einander sondern, hinweg, berühren sich endlich, und indem sich die Spitze des hinteren Lappens in die kleine Bucht des vorderen einsenkt, wird die ganze Blüthe umhüllt.

Wenn man die Anlage der Karpiden sehen will, muss man bald nach der Entstehung der Staubgefässe das eine derselben oberhalb der Basis abschneiden. Dann bemerkt man, dass durch eine trans-

versale Dehnung des Blüthenbodens zwischen den sich oben berührenden Staubgefässen eine ungefähr ellipsoidische Kuppel entstanden ist, die ihre Längsaxe in der Mediane des Tragblattes gelegen hat. Dieser Gestalt zufolge entstehen nun die beiden Karpiden in den Enden der langen Axe. In Taf. IX, Fig. 15 habe ich diese Verhältnisse an einer schon etwas weiter entwickelten Blüthe wiedergegeben, wobei zu bemerken ist, dass die Blüthe um 90° zu drehen ist, wenn die natürliche Lage gewonnen werden soll.

Die Entstehung der Sprossverbindung ist nicht ganz leicht nachzuweisen. Gehen wir von einer jungen Blüthe aus, welche soeben ihr oberes Kelchblatt und die beiden seitlichen angelegt hat, so finden wir unter ihr, also zwischen ihr und dem Tragblatte eine kropfartige Anschwellung von der Breite des Blüthenprimords. An diesem Körper entstehen zwei transversale Blätter, das eine grössere ist immer sehr deutlich, es bleibt vorläufig steril, das andere kleinere nimmt in seine Achsel ein neues Primord auf, das durch Furchung aus dem kropfartigen Gebilde unter unserer ersten Blüthe abgesondert wird. Aus diesem Primord entsteht wieder eine Blüthe in der Stellung, die ich geschildert habe, so dass s^1 median dorsal liegt.

Die Ober- und Unterblüthe haben gleiche Disposition, daher liegt die Mediane durch sämmtliche Blüthen in zwei um 90° divergierenden Ebenen. Im Knospenzustande sind dieselben einseitig zusammengehäuft und die Infloreszenzen gleichen dann im äusseren gewissen Borragoiden. Bald nachdem die Blüthen mit den Begleitblättern aus der Achsel des kleineren Vorblattes entstanden sind, erhebt sich aus der Achsel des grösseren ein Bereicherungszweig, der genau dieselben Erscheinungen zeigt, welche das Hauptsympodium bot.

In der Anthese eilt die Oberblüthe der Unterblüthe etwas voraus; wenn sich jene entfaltet, dann biegt sie sich über den ganzen Complex jüngerer Blüthen hinweg und hängt nach vorn, also auf das Tragblatt zu gewendet. Später stellt sie sich auf und tritt endlich nach rückwärts zwischen das obere Merithallium und den Bereicherungszweig. Die Unterblüthe erhebt sich zwar auch ein wenig, nimmt aber im ganzen eine correspondierende Stellung nach vorn zu ein. Die Blüthenstiele beider Blüthen bilden an der Berührungsstelle einen rechten Winkel.*)

Als Beispiel für die Rhinantheen habe ich Melampyrum nemorosum L. gewählt. Die Gattung hat mit Alectorolophus, Bartschia und Euphrasia die Eigenthümlichkeit gemein, dass stets

*) Beide von mir untersuchten Arten der Gattung gehören zu den kleinblütigen Formen, es wäre zu wünschen, dass auch die grossblüthigen einer Prüfung unterzogen würden.

nur 4 Kelchzipfel entwickelt sind und dass von den gewöhnlich vorhandenen 5 der obere mittlere Zipfel fehlt. Es schien mir nicht unmöglich, dass dieser Charakter der Gattung durch den Contakt der Blüthenprimordien zur Zeit der Kelchanlage erklärt werden könnte.

Alle genannten Gattungen sind dadurch von vielen Scrophulariaceen verschieden, dass die Blätter in decussierten Paaren stehen. Das Blüthenprimordium stellt wie bei Linaria ein flaches, senkrecht gestelltes, scheibenförmiges Gebilde dar, welches den Raum zwischen Tragblatt und Axe lückenlos ausfüllt. Sein Wachsthum hält gleichen Schritt mit der Dehnung des Internodiums zwischen dem Tragblatte und dem folgenden Blattpaare. Daher steht es im Contakte mit dem einen sich nach vorn zu wölbenden Phyllome des mit dem Tragblatte gleichgelegenen oberen Paares. Dieser Contakt bleibt auch noch erhalten in dem Augenblicke, wo die ersten zwei Kelchblätter als obere seitliche Läppchen am Primordium auftreten (Taf. IX, Fig. 16 D^2). Durch den Druck des in der Mitte des Primordiums aufgelagerten Blattes, welcher so lange währt, bis diese Stelle keine Neubildungen mehr erzeugen kann, wird die Ausgliederung eines Blattes an diesem Orte verhindert.

Indem sich der Blüthenkörper vorn hebt, wird die früher senkrecht abfallende Platte wieder zu einem Körper transformiert, der durch eine nach vorn zu abfallende schiefe Ebene begrenzt wird, an deren Fusse 2 phylloskope Kelchblätter erscheinen. Die Anlage der Corolle und der absteigend erscheinenden Staubgefässe, sowie die Entstehung des Fruchtknotens stimmt in den wesentlichen Zügen mit den früher beschriebenen Erscheinungen überein.

Wenn ich die Gattung Schizanthus unter den Scrophulariaceen erwähne, so kann mir mit Recht der Einwurf entgegengehalten werden, dass dieselbe wohl besser bei den Solanaceen ihren Platz finden dürfte. In der That stehen die Salpiglossideen, zu denen sie wie die früher bereits namhaft gemachte Browallia gehört, auf dem strittigen Grenzdistrikte zwischen beiden Gruppen. Ich werde desshalb sie und die nochmals herbeizuziehende Browallia später von der Besprechung der theoretischen Interpretation der Scrophulariaceenblüthe ausschliessen.

Der Blüthenstand von Schizanthus pinnatifidus L. ist eine echte Wickel von definitiv sehr lockerer Gestalt, welche bedingt, dass man ihn erst sehr genau betrachten, womöglich in seiner Entstehungsgeschichte verfolgen muss, ehe man ganz klar die Verhältnisse übersehen kann. Dort, wo das zuerst vorhandene Dichasium so weit verarmt ist, dass der Wickeltypus sich scharf ausprägt, findet man allgemein bei einer Blüthe zwei rechtwinklig gekreuzt orientierte

Begleitblätter, welche das emporgehobene eigene Tragblatt und das sterile Vorblatt der Blüthe ausmachen. Aus der Achsel des anderen Blattes entwickelt sich der zwar schon früh angelegte Spross, welcher die Fortsetzung des Sympodiums übernimmt, erst ziemlich spät. Das erste Kelchblatt erscheint, wie dies bei typischen Wickeln und den Borragoiden mit Begleitblättern normal ist, zwischen dem Tragblatte und dem sterilen Vorblatte. Es ist von Anfang an viel grösser, wie die anderen, eine Differenz, die auch später erhalten bleibt (Taf. IX, Fig. 17 s^1). Die übrigen 4 kleinen Kelchblätter scheinen in ihrem Auftreten in den Ecken eines nahezu 4-seitigen Primordiums kein Zeitintervall erkennen zu lassen. Eine 5-seitige Lappung des Blüthenbodens deutet die Anlage der Blumenblätter an. Jetzt vollzieht sich mit einer Schiefstellung des Blüthenprimordiums eine solche Umformung der Blüthe, dass man bereits eine Dehnung durch das grosse erste Kelchblatt constatieren kann (Taf. IX, Fig. 18 s^1). Diese Dehnung bestimmt die Lage der Symmetrale. Da die letztere durch s^1 verläuft, so ist sie zu dem Tragblatte schief. Nenne ich die Stelle, wo s^1 sich befindet, vorn, so folgen 2 seitliche Sepalen und endlich 2 hintere Kelchblätter. Die Deckung ist dabei so, dass das vordere mit beiden Flanken aussen liegt, die beiden seitlichen ganz innen, die hinteren sind dem entsprechend orientiert. Aus dieser Deckung muss man bei der grossen Regelmässigkeit schliessen, dass in dem rückwärtigen Theile des Primordiums eine Querdehnung stattgefunden hat, wodurch die hinteren Kelchblätter mit den Insertionskurven weiter nach aussen gerückt sind, als die beiden seitlichen. Wäre diese Veränderung nicht eingetreten, so müsste wahrscheinlich bei der simultanen oder fast gleichzeitigen Entstehung der 4 letzten Sepalen eine variable Deckung vorhanden sein. Während sich das Primordium zur Anlage der Staubgefässe vorbereitet, treten auch die Petalen deutlicher hervor. Die ersten Spuren jener machen sich bemerkbar dadurch, dass sich vor den seitlichen Kelchblättern zwei sehr grosse, ovale Partieen aus dem Blüthenboden hervorwölben (Taf. IX, Fig. 18 *st*). Zwischen den beiden vorderen Petalen bleibt nur ein winziger Raum frei, der von einem kleinen Zellhügel eingenommen wird, während zuletzt im Contakte mit den drei rückwärtigen Blumenblättern die zwei viel kleineren hinteren Staminalkalotten erscheinen. Der Durchmesser derselben beträgt in der ersten Anlage nur 0,05 mm, während die Längsaxe der ersten Kalotten 0,12 mm, die kurze Axe 0,09 mm misst. In ähnlicher Weise wie bei den übrigen oligandrischen Scrophulariaceen dehnt sich das Blüthchen in die Quere, um Platz für die Karpiden zu schaffen, die dann gemäss der in der Symmetrale erfolgten Dehnung wie gewöhnlich nach der Zweizahl auftreten.

Von den Staminalkalotten werden nur die beiden grossen zu fruchtbaren Staubgefässen, die minder umfangreichen 3 übrigen bilden Staminodien.

In nicht unähnlicher Weise entwickelt sich die Blüthe der in dieselbe Verwandtschaft gehörigen Gattung Browallia, deren Kelchanlage bereits oben bei den Borragoiden, insonderheit bei Besprechung der Gruppe der Solanaceen verfolgt wurde. Ich will an dieser Stelle auf die eigenthümlichen Verzweigungsverhältnisse in der floralen Region, die in klarer Weise den Übergang von spiraler Ausgliederung zu dichasialen Sprossverbänden durch Verarmung von Blattanlagen erkennen lassen, und auf die Stellung der Mittelblüthe an den letzteren nur ganz kurz hinweisen. Wenn unterhalb der Terminalblüthe zwei Seitenstrahlen sich entwickeln, so nimmt die Blüthe wie bei Anchusa, diejenige Disposition des Kelches an, welche durch $\frac{2}{3}$ ausgedrückt wird, es fällt also das unpaare Glied nach vorn, während es gewöhnlich bei pentamer-aktinomorphen Kelchen hinten gefunden wird. Nun hebt sich das Primordium an derjenigen Seite, wo das unpaare Sepalum sich befindet, in die Höhe und erzeugt auf dem nach hinten zu abschüssigen Blüthenboden in absteigender Folge ein grösseres Paar oberer und ein kleines Paar unterer Staminalkalotten. Die ersteren berühren sich vollkommen, lassen also keinen Raum frei, wo etwa eine Staminodialanlage sich einschieben könnte. Ihre beträchtlichere Grösse bedingt auch den kleineren Durchmesser der Kalotten des zweiten Paares. Die Petalen sind in dieser Zeit wenigstens noch nicht als deutlich erkennbare Organe wahrzunehmen, wie gewöhnlich bei den Scrophulariaceen sieht man den Blüthenboden um die Staubgefässe nur schwach gelappt. Die Karpiden erscheinen wieder in der Richtung derjenigen Ebene, welche die Blüthe in zwei symmetrische Hälften theilt, auf dem Raume, der durch Auseinanderweichen der Staubgefässe gewonnen wird.

Diese Anordnung der Blüthenblätter bestimmt die Richtung, in welcher die Blüthe bei der Anthese überkippt. Die typische Aufhängung derselben nach Art der Labiatifloren kann nur so gewonnen werden, dass die paarigen Kelchblätter nach unten fallen, und demnach sehen wir jede Terminalblüthe eines Browalliasprosses, unter dem zwei Seitenäste abgehen, sub anthesi von dem eigenen Tragblatte abgewendet und nach hinten zu geöffnet.

In analoger Weise entwickeln sich die Borragoidblüthen, nur liegen hier die Dehnungsrichtungen resp. die Ebenen, welche die Blüthe symmetrisch halbieren, parallel oder ungefähr parallel mit der Borra-

goidaxe, und zwar fällt die schiefe Ebene ab nach der Spitze des Borragoids zu. Es liegt desshalb das Verhältniss vor, welches wir oben bei den Borraginaceen an Echium fanden, die Symmetrale geht durch Kelchblatt 4 und diese Disposition bewirkt, dass die Mündung der Lippenblüthe nach vorn, d. h. nach dem Gipfel des Borragoids gekehrt ist.

Bei den Browallien ist stets nur eine einzige Blüthe in der vollen Anthese; um dieser die gleiche Stellung zu geben, macht der Blüthenstand periodische wippende Bewegungen von rechts nach links und umgekehrt, die genauer zu schildern ich hier unterlassen will.

Die Pedaliaceen, welche die Gattung Martynia in sich begreifen, gehören ebenfalls nicht zu den Scrophulariaceen, sondern müssen, wegen des einfächrigen Fruchtknotens, falls man nicht gewillt ist, sie als Familie zu betrachten, den Gesneraceen angeschlossen werden. Da aber die Abweichung in dem Charakter des Ovars auf die Anlage der Blüthen von keiner Bedeutung ist, so habe ich dieselben in diese Reihe aufgenommen.

Bereits Baillon*) hat die Ontogenese der Blüthe von M. proboscidea Glox. in ausgezeichneter Darstellung mitgetheilt, ich habe nur bezüglich der ersten Anlagen einige geringe Correkturen zu machen. Wie die meisten derjenigen Pflanzen, deren Organe mit Drüsen reichlich bekleidet sind, eignet sich auch diese ganz vorzüglich zu einer Untersuchung über die Entwicklung der Blüthen. Da anderweitige Schutzvorrichtungen an dem Gewächse nicht nachzuweisen sind, da sogar die Blätter am Gipfel so locker gestellt sind, wie man sie selten findet, so muss in den Drüsen eine ganz besonders wirksame Schutzeinrichtung vorliegen. Ich kann nicht unterlassen, wieder darauf hinzuweisen, dass, wo es irgend angeht, immer solche Pflanzenarten, welche drüsig bekleidet sind, allen anderen zur Untersuchung vorgezogen werden sollen, denn die mechanischen Schwierigkeiten, welche durch eine anderweitige Bekleidung, oder durch den dichten Verschluss des Vegetationskegels mittelst enger dachziegeliger Deckung der Blätter geboten werden, werden bei diesen niemals angetroffen.

Die jüngsten Blüthenprimordien haben wiederum die Gestalt senkrecht gestellter, linsenförmiger Scheiben, an denen nach einer Querdehnung zwei seitliche Läppchen hervorsprossen (Taf. IX, Fig. 19 α u. β), wobei sich die mittlere Spitze in die Lücke zwischen zwei Oberblättern einfügt. Die beiden Gebilde sind die zuerst ebenfalls senkrecht gestellten Vorblätter der Blüthe. Die Spitze des Primordiums aber ist

*) Baillon in Adansonia III. 341. t. 11.

das erste Kelchblatt, welches nach und nach von den Vorblättern hinten umgriffen wird.

Während sich der basale Theil des Primordiums hebt, wodurch wieder eine nach vorn abschüssige, schiefe Ebene hergestellt wird, erscheinen an den Seiten zwei ziemlich grosse, mehr als die Hälfte der Primordiumlänge in Anspruch nehmende Wülste, welche die beiden vorderen Sepalen darstellen (Taf. IX, Fig 20 *s* und *s*). Die beiden noch fehlenden Kelchblätter schieben sich erst in einem durch eine Längsdehnung frei werdenden Raume zwischen das obere und die beiden unteren Kelchblätter ein (Taf. IX, Fig. 21). Von den Blumenblättern wird zuerst das vordere zwischen den beiden Sepalen deutlich sichtbar, indess ist die bekannte pentagonale Gestalt des Blüthenbodens, die als erste Andeutung der Vorbereitung der Anlage der Blüthenblätter zu betrachten ist, gleich nach der Kelchanlage scharf ausgeprägt. Jetzt vergrössert sich der hintere Kelchabschnitt sehr beträchtlich, wird kappenförmig und übergreift den ihm benachbarten Theil des Blüthenbodens. Die ersten zwei Staubgefässkalotten erscheinen neben dem ersten und unteren Blumenblatte, über ihnen verbreitert sich der Blüthenboden und scheidet zugleich mit jenen zwei Blumenblätter aus den bereits vorhandenen Ecken aus. Nach ihnen folgen 2 weitere obere Staubgefässe. Bis dahin kann man an dem, von der Kappe des oberen Kelchblattes übergriffenen Blüthenende ausser jener seichten Depression, welche mit der Transformation des ovalen Blüthenbodens in die 5-lappige Gestalt erschien, keine Differenzierung nachweisen. Erst nach der Entstehung des zweiten, etwas kleineren Staminalkalottenpaares treten an den oberen Ecken die letzten Blumenblätter deutlich heraus und zwischen ihnen, in den vorhandenen Raum eingepasst erscheint eine kleine fünfte Kalotte, welche zu einem Staminodium wird.

Die Fruchtblätter treten später wieder in der Mediane als paarige Organe auf, nachdem durch das Auseinanderweichen der Staubgefässe der nöthige Raum geschaffen worden ist. Zuerst wird dabei eine durch den Contakt bedingte 5-seitige Platte hervorgebracht. Die Spitze des in der Mediane gestreckten Fünfseits liegt nach vorn zu, zwischen den beiden grossen Staubgefässen. In gewissen Fällen konnte ich die Andeutung dreier sehr schwacher Läppchen an der vorderen und den zwei unteren seitlichen Ecken erkennen, die aber später nach einer weiteren Streckung des Blüthenbodens zusammenflossen und zu einem Blatte sich vereinigten, während die hintere Kante das zweite Blatt erzeugte. Mir ist nicht bekannt, ob an Martynia proboscidea bereits polykarpide Ovarien beobachtet sind, nach dieser Wahrnehmung würde aber ein solches Vorkommen wenig

überraschen. Übrigens kann man die Andeutung der fünf Blattanlagen zuweilen noch gut an den Narben sehen.

BAILLON's Beschreibung der Blüthenentwicklung weicht darin von meiner Beobachtung ab, dass er den Kelch succedan spiralig entstehen sah, ferner meinte er, dass die Petalen aufsteigend angelegt würden. Ich lasse dahingestellt sein, ob bei Martynia Abweichungen vorkommen, will aber darauf hinweisen, dass die Entstehung der Kelchblätter nach seiner Angabe für die zygomorphen Blüthen mit abschüssigem Primordium sehr ungewöhnlich wäre. Er meinte, dass die quincunciale Deckung der Kelchblätter dafür spräche; indess muss bei der von mir beschriebenen Art der Kelchausbildung, wenn nicht anderweitige Umstände eine Abänderung herbeiführen, die gleiche Aestivation ebenfalls schliesslich resultieren. Die Hauptsache dabei ist, dass das axoskope Kelchblatt und die vorderen Sepalen zuerst entstehen, ob die letzteren dabei nach oder vor dem ersteren hervortreten, ist vollkommen gleichgültig. Da nun die beiden vorderen gleichwerthig sind, so wird bald das rechte das linke, bald dies jenes in der Deckung übergreifen und die quincunciale Spirale bald in der einen, bald in der anderen Richtung die Blüthe umkreisen. Wenn in der That, wie BAILLON voraussetzte, das eine Blatt früher als das andere erschiene, so müsste eine Constanz in dem Curvengange vorliegen, die ich nicht nachweisen konnte.

BAILLON hat die Lappung des Blüthenbodens nach Anlage der Kelchblätter nicht in Betracht gezogen, welche ich für die erste Andeutung der Blumenblätter hier wie bei anderen Scrophulariaceen betrachtet habe. In der That sind jene flachen, beckenartigen Vertiefungen vor den Lappen, welche erst bewirken, dass man an den Ecken die Anwesenheit von blattartigen Gebilden als vorhanden wahrnimmt, noch nicht entwickelt. Das Vorschieben von 5 Ecken deutet aber zweifelsohne auf eine localisierte erhöhte Wachsthumsenergie des Blüthenbodens an diesen Orten hin. Wenn er die Anlage der Blumenblätter erst in den Zeitpunkt verlegt, wo die Ecken grössere und deutlichere Organe erhalten, so hat er mit seiner Annahme der aufsteigenden Entstehung der Petalen vollkommen Recht.

Im folgenden will ich nunmehr den Bauplan der Scrophulariaceen etwas näher betrachten.

Die recht mannigfachen Verhältnisse, durch welche die Blüthen derselben in den verschiedenen Gattungen ausgezeichnet sind, waren die Veranlassung, dass sich EICHLER *) über den Bauplan dieser Familie eingehender ausgesprochen hat. Die genauere Darstellung über

*) EICHLER Blüthendiagramme II. 209 und 213.

diese Frage giebt nun eine gute Handhabe dafür ab, einmal diesen Gedanken, der in der Blüthenmorphologie eine so wichtige Rolle spielt, näher ins Auge zu fassen, die Grundlagen zu prüfen, auf denen er ruht, und zu untersuchen, ob diese Vorstellung mit gutem Rechte festgehalten wird oder nicht.

Wenn man die Diagramme betrachtet, welche den in oder vor der Anthese stehenden Blüthen entnommen worden sind, so wird man eine so grosse Zahl von Varianten antreffen, dass es fast unmöglich ist, die Combinationen derselben sämmtlich aufzuzählen. Fassen wir zuerst den Kelch ins Auge, so ergiebt sich aus der Deckung der Zipfel folgende Entwicklungsreihe:

I. Typisch quincunciale Deckung: Gratiola.
II. Aufsteigende Deckung.
 a. Bei 5 Kelchzipfeln: Verbascum phlomoides, Veronica longifolia.
 b. Bei 4 Kelchzipfeln: Die meisten Arten von Veronica.
III. Absteigende Deckung.
 a. Bei 5 Kelchzipfeln: Antirrhinum, Linaria.
 b. Bei 4 Kelchzipfeln: Melampyrum (Kelchstellung schräg, kreuzförmig).
IV. Orthogonale Kreuzstellung mit absteigender Deckung: Calceolaria.

Die Corolle zeigt folgende Verhältnisse:

I. Aufsteigende Deckung: Rhinantheen.
II. Absteigende Deckung: Antirrhinum, Verbascum.

In dem Androeceum sind folgende Varianten zu beobachten:

I. 5 Staubgefässe entwickelt: Verbascum.
II. 4 Staubgefässe entwickelt.
 a. Dazu ein fünftes Staminodium: Linaria, Antirrhinum, Scrophularia.
 b. Ohne Staminodium: Digitalis, Rhinantheen.
III. 2 Staubgefässe entwickelt.
 a. Die 2 der Lage nach vorderen steril: Gratiola, Bonnaya.
 b. Die 2 der Lage nach hinteren steril: Janthe, Beyrichia.
 c. Ohne Staminodien: Veronica, Anticharis.

Das Gynoeceum weist keine Verschiedenheiten auf.

Wennschon Eichler diese Mannigfaltigkeiten in dem Blüthenbaue genau bekannt waren, hat er doch folgende Meinung vertreten: »es kann

kein Zweifel sein, dass trotz aller Variationen doch bei den Scrophulariaceen überall der nämliche Grundplan des Blüthenbaues besteht.«

Wir sind glücklicher Weise in der Lage, aus EICHLER's eigenen Angaben den Bauplan der Scrophulariaceenblüthe nach seiner Auffassung zusammenzustellen. Er wird durch folgende Sätze gekennzeichnet: »Vorblätter sind allerwärts typisch zwei transversale vorhanden. Der Kelch ist dem Typus nach allerwärts fünfzählig, mit dem genetisch zweiten Theile der Abstammungsaxe zugekehrt. Die Corolle ist allgemein fünfzählig, wenigstens dem Typus nach. Die Staubgefässe sind zuweilen alle fünf fruchtbar. Karpiden in den Normalfällen zwei median.«

Aus diesen Worten EICHLER's geht hervor, dass er dem Bauplane nach die Scrophulariaceenblüthe für eine pentamer-aktinomorphe und spiralig aufgebaute Blüthe ansah, bei der nur im Gynoeceum Dimerie entwickelt ist. Ich will nun im folgenden vergleichen, bis zu welchem Grade der vorgestellte Plan des Aufbaues mit der wirklichen Anlage übereinstimmt, und glaube dies um so eher thun zu dürfen, als nach dem zweiten oben angeführten Satze EICHLER an die wirkliche Genesis gedacht haben muss, wenn er von dem Bauplane in der Blüthe spricht. Ich meine auch, dass der Begriff eines Grund- oder Bauplanes einen anderen Inhalt nicht wohl haben kann, als den, dass er eine Vorstellung darüber geben soll, wie sich irgend ein Ding aufbaut, oder wie es aufgebaut wird.

Was zunächst den ersten Satz anlangt: »Vorblätter sind allerwärts typisch zwei transversale vorhanden«, so wissen wir, dass er den wirklichen Beobachtungen zufolge nicht richtig ist. Wir sahen, dass den Gattungen, welche gleich Linaria und Antirrhinum ihre Blüthen einzeln in den Blattachseln ausgliedern, die Vorblätter fehlen und dass sich die Gattung Verbascum nach den verschiedenen Arten ungleich verhält, denn V. phlomoides und Verwandte besassen sie, während sie an V. blattaria vermisst wurden. Gerade aber diese Thatsache würde von den Morphologen, welche EICHLER's Ansichten theilen, zu Gunsten von dessen Meinung angesehen werden, ob mit Recht wollen wir unten weiter beleuchten.

Zuvörderst müssen wir uns nämlich mit der Frage über die Entstehung der Kelche befassen, da wir nur aus der Entwicklung derselben darauf schliessen können, dass diese beiden Blättchen durch Abort in Wegfall gekommen sind und in dem Diagramme des Typus hinzugefügt werden müssen. Der wesentlichste Punkt, der hier ins Auge gefasst werden muss, wird durch den zweiten von mir citierten Satz herausgehoben: »Der Kelch ist dem Typus nach allerwärts fünf-

zählig, mit dem genetisch zweiten Theile der Abstammungsaxe zugekehrt.« Gehen wir nun die Reihe der Blüthen durch, welche in ihrer Ontogenese geschildert wurden, so finden wir unter den echten Scrophulariaceen keine einzige, die dieser Anforderung genügt. Verbascum phlomoides erzeugt den Kelch in aufsteigender Folge, Verbascum lychnitis, blattaria, Linaria und Verwandte, Melampyrum, Calceolaria legen die Sepalen in absteigender Folge an. Wie die ersterwähnte Pflanze verhält sich auch nach den Angaben PAYER's*) und den Untersuchungen von NOLL**) die Gattung Veronica.

Fragen wir also nach der Ziffer, welche der genetischen Folge gemäss das axoskope Kelchblatt erhalten muss, so steht unbedingt fest, dass für keine der untersuchten oder nach dieser Richtung hin genau bekannten Gattungen dieses Blatt als das genetisch zweite bezeichnet werden kann. Es ist entweder das fünfte, wie man am deutlichsten an Verbascum phlomoides erkennt, denn es tritt bei dieser Pflanze zwischen den beiden hinteren Kelchblättern hervor, oder es ist das erste oder dritte, je nachdem man die Sache bei den übrigen betrachtet. Wir fanden oben, dass das flache, fast linsenförmige Blüthenprimordium zwei Seitenläppchen hervorbringt, die zu zwei hinteren Kelchblättern werden, während die Spitze den zwischen beiden befindlichen Kelchtheil liefert. Dieser Entwicklungsgang macht eine bestimmte Bezifferung des betreffenden Theiles überhaupt nicht wohl thunlich.

Der unpaare Kelchzipfel kommt bei Veronica in den meisten Fällen nicht, bei Melampyrum aber überhaupt nicht zur Entwicklung; erscheint er nur ausnahmsweise bei der ersten Gattung, so müsste man aller Erfahrung nach schliessen, dass er als der letzte auch eine von den oberen beiden Kelchabschnitten beiderseits gedeckte, innere Stellung haben dürfte. Wenn ihm also EICHLER in seinem Diagramme von Veronica (Fig. 119. D.) eine äussere Stellung gab, so geschah dies nur zu Gunsten einer Theorie, nicht aber auf Grund von Schlüssen, die aus wirklichen Beobachtungen gewonnen waren.

Die einzige Gattung in dieser Familie, welche der allgemeinen Angabe zufolge eine Stellung der Kelchzipfel haben könnte, die dem Bauplane der Scrophulariaceenblüthe entspricht, ist vielleicht Gratiola. Mir ist aber die Entwicklungsgeschichte der Blüthe nicht bekannt, ich vermag also diese Disposition nicht zu beurtheilen.

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 111.

**) NOLL Entwicklungsgeschichte der Veronicablüthe. Dissertation. Marburg 1883.

Aus meiner oben mitgetheilten Zusammenstellung der in den einzelnen Blüthencyklen sich findenden Varianten ersieht man, dass schon die realen Beobachtungen über die Deckungen der Scrophulariaceenkelche durchaus nicht den Verhältnissen entsprechen, welche aus dem Bauplane zu erwarten wären. Diese Thatsache war selbstredend EICHLER und den Morphologen, welche denselben Gedanken des Grundplanes vertreten haben, bekannt und bei den Beschreibungen giebt der erstere sehr genau an, ob ab- oder aufsteigend deckende Kelche in den verschiedenen Gattungen vorliegen. Um diese realen Beobachtungen nun mit dem »allerwärts vorhandenen Typus« in Einklang zu bringen, wurden Correkturen angebracht. Freilich hat sich EICHLER selbst gescheut, diese Veränderungen an seinen Diagrammen vorzunehmen, obschon nach ihm »die Construktion des theoretischen Diagrammes der eigentlich wissenschaftliche Theil der Aufgabe desjenigen ist, der einen Grundriss aufnimmt.«*) Um die Correkturen zu rechtfertigen, meinte man, dass die Kelchdeckung nicht die wahre Entstehungsfolge zeigte, dass durch ungleiches Wachsthum der Zipfel Stellungsveränderungen eingetreten wären. Demgemäss wäre es erlaubt, die Stellungen rückwärts zu revidieren. Wir haben aber im Laufe der Darstellung gesehen, dass die Deckungsverhältnisse wirklich mit der Entstehungsfolge der Kelchblätter vollkommen zusammenfallen, ja dass jene von dieser direkt abhängig sind. Hier liegen also keinerlei Metatopieen vor, welche durch die Wiederherstellung einer quincuncialen Deckung aufgehoben werden könnten.

EICHLER hat wiederholt den Gedanken vertreten, dass die Entwicklungsgeschichte, falls ihre Resultate mit der Theorie nicht stimmen, überhaupt die genetische Folge der Organe nicht zum Ausdrucke brächte, sondern »dass die spätere Entwicklung bereits auf die erste Entstehung einen bemerkenswerthen Einfluss auszuüben vermag«. Er meinte, dass vor dem Erscheinen der ersten Höcker in dem Blüthenkörper mannigfache, uns verborgene Vorgänge Platz gegriffen haben könnten, dass die Orte z. B. für die Neubildungen bereits fixiert wären, ehe die erste Ausgliederung der Organe in einer Weise, die für unser Auge bemerkbar wäre, stattfände. Ich muss gestehen, dass mir die Annahme aller solcher verborgener Vorgänge nur wenig behagt, sie berühren sich zu eng mit dem mystischen Congenitalen und sie erregen in mir immer den Verdacht, dass sie nur erfunden wurden, um die angegriffene Theorie noch über Wasser zu halten. Wie ich schon oben bei den Plumbagineen gezeigt habe, ist aber diese Annahme auch für die Scrophulariaceenkelche durchaus nicht möglich, denn an

*) EICHLER Blüthendiagramme I. 2.

dem flachen, scheibenförmigen Primord fehlt in der Zeit, da die ersten drei hinteren Sepalen bei absteigenden Kelchen angelegt werden, der Platz, an welchem man sich die Orte der zwei Vordersepalen denken könnte. Er wird erst später erzeugt und demgemäss müssen unter allen Umständen diese beiden letzten Kelchblätter wirklich als die letzten angesehen werden und können keinen Anspruch darauf machen, dass sie für das erste und dritte gehalten werden.

Bei Calceolaria kommt ein Kelch vor, der durch seine orthogonale Kreuzstellung die Ansicht, dass überhaupt eine einheitliche pentamere Form vorhanden ist, sehr wesentlich erschüttert. Um diese unwillkommene Thatsache zu beseitigen, nimmt die formale Schule an, dass die gewöhnlichen zwei vorderen Sepalen zu einem einzigen Kelchzipfel verwachsen seien. Die Entwicklungsgeschichte zeigt nicht, dass diese Ansicht real begründet werden kann, die Theorie muss desshalb wie in ähnlichen Fällen auf eine »congenitale« Verbindung zurückgreifen: eine Annahme, die für die beobachtende Methode keiner Widerlegung fähig ist, die freilich auch keine Zustimmung erzwingen kann. Offenbar bewegt sich die ganze Schlussfolgerung im Kreise. Wir wollen die Frage untersuchen, ob neben dem pentameren Baue auch der tetramere im Kelche vorkomme. Wenn man nun sagt, diese letzteren sind eigentlich gar keine viergliedrigen Kelche, sondern 5-gliedrige, bei denen 2 vordere Sepalen verwachsen sind, so wird die Entscheidung über die Prüfung anticipiert.

Eichler scheint bei der Deutung des Calceolariakelches selbst nicht ganz vollkommen von ihrer Richtigkeit überzeugt gewesen zu sein, denn er*) fügte hinzu: »Würde sie (die orthogonale Kreuzstellung der Kelchblätter) übrigens als originäres Verhältniss vorkommen, so läge darin auch nichts Befremdliches, wir hätten dann nur eine auch anderwärts, z. B. bei den Sapotaceen vorkommende Pleiomerie der Krone gegenüber dem Kelche zu constatieren, der Kelch wäre 2 + 2-, die Krone 5-zählig«.

Wenn diese Stellung bei den Scrophulariaceen vorkommt, und dies ist in der That der Fall, so muss sie allerdings der formalen Morphologie einiges Befremden erregen, denn die ganze Annahme von dem einheitlichen Bauplan fällt alsdann in sich zusammen. Die Betrachtung Eichler's, wodurch diese Stellung ihr Befremdliches verlöre, hat offenbar mit der Disposition der Kelchblätter gar nichts zu thun, sondern verschiebt die Fragestellungen und führt die Aufmerksamkeit von dem wichtigen Punkte auf Nebenfragen ab. Analogisierungen wie die der Blüthe von Calceolaria mit den Sapotaceenblüthen sind zwar

*) Eichler Blüthendiagramme I. 210.

eine in der Morphologie vielfach geübte, wie ich aber meine, kaum erlaubte Praxis. Man glaubt irgend ein abnormesVerhältniss erledigt, in vielen Fällen sogar erklärt zu haben, wenn man in irgend einer Gruppe des ganzen Gewächsreiches einen zweiten ähnlichen Fall auffindet. Meinem Ermessen nach verliert aber eine abnorme Erscheinung nichts von ihrem Ungewöhnlichen oder Befremdlichen, wenn das gleiche Verhältniss noch irgendwo anders angetroffen wird. Analogieen zu ziehen ist nur dann gestattet, wenn den in Beziehung zu bringenden Körpern gemeinschaftliche Merkmale in weitem Umfange zukommen, welche sich auf die im Auge gehaltenen Besonderheiten erstrecken. Die Blüthe von Calceolaria hat aber mit denen der Sapotaceen nur gemein, dass beide Pflanzengruppen zu den Gamopetalen gehören, eine so lockere Verbindung, dass sie gar nicht in Betracht kommt.

Wenn wir aus der Genesis der Scrophulariaceenkelche einen gemeinsamen Charakter herausconstruieren wollen, so wird sich dieser dadurch ausdrücken lassen, dass die Kelche zygomorphe Bildung besitzen. An einem nach vorn zu abfallenden Primordium entstehen meist in absteigender, seltener in aufsteigender Folge zwei Paare von Sepalen und ein unpaares Glied. Welche von diesen Anlagefolgen sich findet, wird nicht durch einen in der Gattung enthaltenen Typus, sondern durch den Contakt bedingt. Daher kann es geschehen, dass bei Verbascum oder Pentstemon zweierlei verschiedene Moden der Anlage, die zugleich die Variation in der Kelchdeckung erklären, beobachtet werden. Bei den Formen, welche mit absteigend sich ausgliedernden Sepalen versehen sind, ist das oberste Glied der frühere Scheitel des Vegetationskegels, aus dem sich die beiden seitlichen durch Sprossung entwickeln, indem ein in der Transversale gedehnter Körper in den Enden der langen Axe zwei Neubildungen hervorbringt. Wenn durch die decussierte Blattstellung bewirkt wird, dass das zweite, mit dem Tragblatte gleichsinnig orientierte obere Blattpaar an der Stelle mit zwei Blüthenprimordien in Contakt tritt, wo die unpaaren Zipfel erscheinen sollten, so kommen diese nicht zur Entwicklung. Will man dieses Verhältniss Abort nennen, so ist dagegen nichts einzuwenden, wir hätten dann ein neues Beispiel für den Abort, bewirkt durch Druck. Es bleibt vollkommen aus, wenn die betreffende Stelle so lange belastet ist, als diese Zone noch Neubildungen hervorbringen kann (Melampyrum etc.). Bei Pedicularis, welche dieses Blatt in der Form eines Zähnchens zeigt (mir ist nicht bekannt, ob es immer beobachtet wird), dürfte eine Entfernung des oberen decussierten Paares von der Kante des Blüthenprimordiums in einem bescheidenen Masse vorhanden sein.

Bei Calceolaria findet die Kelchausbildung an einem von vorn herein bereits abschüssigen, aber schmaleren Primordium statt. An der Vorderseite, welche das Tragblatt berührt, entsteht wegen des geringeren Raumes nur ein Blatt, dieses ist bestimmt nicht aus zweien verwachsen, während die übrigen Scrophulariaceen mit absteigenden Kelchanlagen an dem breiteren Primordium zwei Blätter in den Ecken erzeugen.

Die Scrophulariaceen mit aufsteigenden Kelchen wie Verbascum phlomoides und Veronica bringen an den Ecken des vierlappigen, wahrscheinlich auch bei Veronica schüsselförmig vertieften Blüthenbodens 4 Blätter hervor. Bleibt nun noch zur Zeit, da diese Zone Neubildungen zu schaffen befähigt ist, ein Raum zur Verfügung, so wird noch ein fünftes Blatt angelegt, das bei Verbascum phlomoides und thapsiforme regelmässig dort zu erscheinen pflegt, wo wir es schon bei Polygonum der beträchtlichen Erhebung des rückwärts gelegenen Blüthenbodens entsprechend gefunden haben; an welcher Stelle es bei Veronica auftritt, ist vorläufig nicht bekannt; doch wird sich dieser Ort durch die Entwicklungsgeschichte der Blüthe von V. latifolia L., die es oft oder immer besitzt, leicht ermitteln lassen. Ob das Ausbleiben dieses mittleren Kelchlappens auch als Abort angesehen werden muss, will ich nicht bestimmt entscheiden, da es nothwendig wäre, die Verhältnisse durch Autopsie zu beurtheilen.

Wie verhalten sich nun die Vorblätter zu dieser Kelchstellung? Ich habe von solchen Pflanzen, die Vorblätter besitzen, Martynia, Verbascum phlomoides und V. lychnitis besprochen. Da dieselben aber Repräsentanten sowohl für die auf- wie für die absteigenden Kelchanlagen sind, so dürften sie wahrscheinlich die Eigenthümlichkeiten aufweisen, die den übrigen Pflanzen zukommen. Die Vorblätter gliedern sich als zwei seitliche Neubildungen an dem flach gedrückten Primordium aus; sie stehen nach ihrer Ausbildung horizontal von diesem wie zwei Ohren ab und bilden an dem sich später hebenden und zur schiefen Ebene transformierenden Blüthenkörper keinen Contakt. Desswegen tritt ihr Einfluss ausser Funktion und dieser Umstand erklärt, dass ihrer An- und Abwesenheit auf die Kelchdisposition keine Bedeutung zukommt, dass vielmehr die bracteolaten und ebracteolaten Blüthen gleiche Disposition der Sepalen besitzen. Aus derselben Thatsache geht aber hervor, dass es nicht unbedingt nothwendig ist, an den Blüthen, wo sie fehlen, diese beiden Blättchen zu ergänzen.

Unsere Beobachtungen haben also gezeigt, dass die Annahme

eines quincuncial entstehenden Kelches, an dem der dorsale unpaare Theil genetisch den zweiten darstellt, nicht begründet ist.

Gehe ich nun zur Corolle über, so meinte EICHLER, indem er sich zum Dollmetsch der von ihm vertretenen Richtung machte, dass dieselbe allgemein 5-zählig wäre, und fügte noch an einer anderen Stelle hinzu, wirklich 4-zählige Corollen kommen nämlich bei den Scrophulariaceen nicht vor. Indem sich der Vegetationskegel der Blüthe in die Lücken einzieht, welche die Sepalen zwischen sich lassen, wird in der That durch die Beschaffenheit des Kelches in der Regel eine pentamere Blumenkrone bedingt. Bei Veronica indess ist, wie die betreffenden Figuren von NOLL und PAYER deutlich zeigen, der Contakt mit den 4 Kelchblättern in gleicher Weise die Ursache, dass nur 4 Blumenblätter sich bilden. Die Annahme, dass in diesem Falle der obere Zipfel der Krone aus zwei Blättern verwachsen sei, lässt sich wenigstens durch die Beobachtung nicht begründen. Wenn dagegen dieses Glied wirklich 2-spaltig ist, so halte ich es für wahrscheinlich, dass es auch mit 2 Theilen angelegt wird. Die Verhältnisse, welche diese Ausgliederung bewirken, wären durch spätere Untersuchungen zu ermitteln. Wenn die vergleichende Schule meint, dass auch in denjenigen Fällen, wo eine vollkommen gleiche Ausbildung der 4 Corollenlappen vorhanden ist, schon aus der orthogonalen Kreuzstellung auf die theoretische Deutung einer pentameren Corolle geschlossen werden müsste, so ist diese Deduktion desswegen nicht richtig, weil die orthogonale Kreuzstellung nur eine Folge der diagonalen Disposition der Kelchzipfel ist.

Bei Calceolaria ist die Krone der Beobachtung nach 2-theilig, und der Vorderlappen wieder gespalten. Hier zieht sich der Blüthenboden nicht in die Lücken zwischen den Kelchblättern, sondern erzeugt, wahrscheinlich weil die Kelchzipfel sehr früh zu einem an der Basis einheitlichen Körper zusammenschliessen, zwei halbkreisförmige Ringwälle, welche die Blumenkrone bilden. An der vorderen Seite indess ist die Entstehung des Walles aus zwei nur äusserst kurze Zeit gesonderten Primordien zu erkennen, die im Contakte mit dem vorderen Kelchblatte und den zwei seitlichen Sepalen als kleine Läppchen entstehen. Die Kelchzipfel müssen daher hinten früher mit einander in Verbindung treten als vorn, und diese Beschleunigung wird auch durch die axoskop geförderte Beschaffenheit der jungen Anlage verbürgt.

Die Natur des Androeceums ist derart, dass überall wo 4 Staubgefässe vorkommen, diese absteigend erscheinen, soweit wenigstens meine Erfahrung reicht, trotzdem dass die unteren Staubgefässe gewöhnlich länger sind. Die Grösse, mit der die Primordien des ersten

Paares auftreten, bedingt die Art und Weise der Ausbildung des ganzen Apparates. Sind dieselben sehr gross, so dass andere Organe auf dem Blüthenboden nicht mehr Platz haben, so entstehen die dimeren Androeceen, wie bei Calceolaria, die durch eine Furchung des ganzen Mittelkörpers die Staubgefässprimordien anlegt. Bleibt an dem Vordertheile der Blüthe noch Raum, so entstehen hier noch zwei kleinere Kalotten. Die Anwesenheit des oft in der Entwicklung geförderten vorderen Blumenblattes spielt dabei als Contaktkörper ohne Zweifel eine wichtige Rolle für den Durchmesser, mit dem dieselben erscheinen. Bleibt zwischen den beiden oberen Primordien noch genügender Platz für ein unpaares oberes Staubgefäss, so tritt dieses ebenfalls noch auf. Dabei muss der Raum die Grösse desselben bestimmen, bei Verbascum hat es eine erhebliche Ausdehnung, bei Linaria ist es sehr klein. Die besonderen Formen des Androeceums werden also zunächst hauptsächlich durch den Platz bedingt, welche das erste Kalottenpaar beansprucht. Was die weitere Ausbildung anlangt, so ist es wohl denkbar, dass die Grösse der Primordien unter ein gewisses Mass nicht herabsinken darf, um noch ein fertiles Staubgefäss zu erzeugen. Vielleicht noch wichtiger ist aber das Mass der Wachsthumszunahme der entstandenen Gebilde. Es wäre wohl denkbar, dass die der Anlage nach grösseren Staubgefässe die kleineren unter Umständen derartig zwischen der Corollenwand und sich selbst zusammenpressen, dass diese sich nicht vollkommen entwickeln können, wie ich ähnliches für die Staubgefässe in den weiblichen Blüthen von Melandryum album früher nachgewiesen habe.

Die Stellung der Karpiden wird durch die Form des Blüthenbodens in der Weise begründet, welche uns bei so vielen Blüthen aus den verschiedensten Gruppen bereits begegnete. Der Scheitel der Blüthen ist in der Mediane zur Zeit der Anlage bedeutend ausgedehnter, als in der transversalen Richtung, desswegen entstehen die Fruchtblätter in den Enden der langen Axe. Wir sehen also, dass in den Blüthen der Scrophulariaceen, so weit sie gegenwärtig durch die Forschung zugänglich sind, Formen vorliegen, welche mit den spiral im Kelche und dann in alternierenden Cyklen sich weiter aufbauenden Gestalten keine Beziehungen haben, sondern dass sie einen abweichenden Typus und zwar den zygomorphen darstellen. Ich kann mich dem Gedanken, dass in ihnen ein einheitlicher Bauplan zu erkennen sei, nicht anschliessen; um ihn zu gewinnen, müssen übrigens so viele Correkturen angebracht werden, dass z. B. bei Veronica mit Ausnahme des Fruchtknotens kein einziges Moment desselben erhalten bleibt.

c. Die Blüthen der Labiaten.

Die Inflorescenzen der Labiaten stellen in der Regel axilläre Aggregate dar, welche gewöhnlich als reine oder verarmte Dichasien aufgefasst werden. Man hätte wohl Grund zu dieser Annahme in allen denjenigen Fällen, wo die Blüthen ausgebildete Begleitblätter entwickeln; bei anderen z. B. Lamium, Betonica und ihren Verwandten, auch bei Nepeta zeigen die Verbindungen einen borragoidähnlichen Habitus in den Specialblüthenständen. Die in Süd-Asien bis nach Australien verbreitete Gattung Anisomeles bietet die Borragoide in vollendet entwickelter Form; auf einer horizontal gestreckten Spindel sitzen die Blüthen abwechselnd rechts und links; auch eine Neigung zur Einrollung der Spitze kann dabei bemerkt werden.

Diese Inflorescenzen, zuweilen auch axilläre Einzelblüthen können durch Beisprosse bereichert werden, nach meiner Ausdrucksweise würden dieselben dann Sprossschaaren darstellen. Je nachdem nun die Zwischenknotenstücke gestreckt oder verkürzt sind, je nachdem die Blätter nach der Spitze zu ihre laubige Natur behalten oder sich verkleinern, so dass ihnen gegenüber die Blüthen mehr zur Geltung kommen, können die in den Achseln befindlichen Inflorescenzen bald gesondert von einander bleiben, bald werden sie zu einer kopfigen oder traubigen Gesammtinflorescenz vereinigt, ohne dass dabei die Grundzüge des Baues verändert werden.

Ich habe von den Labiaten zwei Pflanzen specieller so weit untersucht, dass ich hier eine genauere Beschreibung ihrer Entwicklung zu geben im Stande bin. Die Mannigfaltigkeiten namentlich der Contaktverhältnisse, die oft in ganz eigenthümlicher Weise ausgebildet zu sein scheinen, sind, wie ich mich an Voruntersuchungen überzeugt habe, damit nicht erschöpft. Es bleiben vielmehr noch viele Einzelheiten zu prüfen übrig, wobei ich jedoch nicht unterlassen will, darauf hinzuweisen, dass diese Familie nicht geringe Schwierigkeiten der Untersuchung entgegenstellt. In dieser Hinsicht gehören die Labiaten gewiss unter die unbequemsten Objekte.

Die beiden Pflanzen, welche mich beschäftigt haben, sind Salvia glutinosa L. und Teucrium chamaedrys L. Die erstere wählte ich desswegen, weil ihre Specialinflorescenzen den reinen dichasialen Typus darstellen, die letztere, weil sie in ausgeprägtester Weise Blüthenschaaren besitzt. Auf die übrigen von mir noch berücksichtigten Arten will ich nicht näher eingehen, weil ich mich vielfach wiederholen müsste.

Salvia glutinosa L. ist diejenige Labiate, die nach meiner Erfahrung am leichtesten zu behandeln ist. Wie der Name ausdrückt,

ist sie mit Drüsen reichlich besetzt und ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass alle derartig beschaffenen Pflanzen ganz besonders zu bevorzugen sind. Ihre Specialinflorescenzen sind 3blüthig. Die Mittelblüthe besitzt zwei Vorblätter, in deren Achseln zwei Lateralstrahlen erster Ordnung sich befinden, die wieder zwei Vorblätter erzeugen. Auch in diesen werden ausserordentlich kleine Achselprodukte entwickelt, die sich aber meiner Erfahrung nach niemals ausbilden. Sie bleiben so winzig, dass sie während der Blüthezeit der Specialinflorescenz überhaupt nicht mehr nachzuweisen sind. Die Vorblätter haben eine von den gewöhnlichen Verhältnissen abweichende Stellung, indem sie eine sehr deutliche phylloskope Convergenz zeigen. Ich habe hauptsächlich die Blüthen aus diesen untersucht und in meinen Figuren zur Darstellung gebracht, was desswegen geschehen kann, weil die Entstehung derselben von derjenigen der Mittelblüthe nicht verschieden ist.

Das Blüthenprimordium ist in der ersten Anlage ein flacher, scheibenförmiger, zuerst sanft gerundeter, dann dreiseitiger Körper, der nur für kurze Zeit senkrecht gestellt ist, sich vielmehr bald nach hinten zwischen seine beiden Contaktkörper einzieht (Taf. IX, Fig. 22). Diese sind von denen, welche uns bis jetzt gewöhnlich begegnet sind, verschieden. Der eine ist die Terminalblüthe, der andere aber das nur wenig höher inserierte benachbarte Blatt des nächsten decussierten Paares (Fig. IX, Fig. 23 *f*), welches als Tragblatt kappenförmig das vor ihm befindliche Blüthchen umschliesst. Noch in der fast senkrechten Stellung erzeugt das Primordium nahe an seiner Basis 2 seitliche Läppchen als erste Anlagen, die seine nunmehr dreiseitige Gestalt bedingen (Taf. IX, Fig. 22). Wenn es sich bald darauf zwischen seine beiden Contaktkörper einfügt, wird es nach vorn zu abschüssig, und durch diese Veränderung werden die beiden basalen Blättchen nach vorn gerückt. Die phylloskope Convergenz der Vorblätter wird also durch die Entwicklung der Blüthe naturgemäss erklärt (Taf. IX, Fig. 23 α und β). An der Spitze des Primordiums zwischen der Mittelblüthe und dem nächst höheren Blatte geht wiederum eine seitliche Läppchenbildung vor sich (Taf. IX, Fig. 24 am oberen Rande), durch welche die drei nach rückwärts, vom Tragblatte weggewendeten Sepalen angelegt werden. Sie bilden zusammen einige Zeit später einen schmalen, schwach dreitheiligen Saum um den hinteren Rand des Primords. Jetzt hebt sich vorn der Blüthenkörper und erzeugt zwei Vorder-Sepalen. Alle Kelchblätter treten mit einander in Verbindung und so stellt das Blüthchen, ehe auf dem Scheitel weitere Veränderungen vor sich gehen, das Bild dar, welches in Taf. IX. Fig. 25 wiedergegeben ist.

Eine Lappung des Blüthenbodens, die als Vorbereitung für die Corollenanlage anzusehen wäre, habe ich nicht beobachtet, damit will ich aber nicht behaupten, dass sie nicht vorhanden sein könne. Der hinten gelegene Theil des Kelches schiebt sich nun dicht über den benachbarten Theil des Blüthenbodens und bedeckt ihn bis zum dritten oder vierten Theile, zuweilen auch bis zur Hälfte (Taf. IX, Fig. 26 *z*). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in dieser Thatsache die Ursache zu finden ist, warum die ersten Neubildungen an dem so weit fertigen Primord vorn entstehen. Zugleich mit einander, wenigstens so, dass ein Zeitintervall von mir nicht constatiert werden konnte, zeigen sich drei Körper. In der Lücke zwischen den vorderen Kelchblättern tritt ein kleines Blattzipfelchen hervor (*p*) und zur Seite desselben erscheinen, nach rückwärts divergierend, auf dem unbedeckten Raume des Blüthenscheitels zwei ellipsoidisch gestreckte Höcker von viel grösserer Ausdehnung. Der erste ist der vordere Corollenzipfel, die letzteren sind zwei Staubgefässanlagen. Nach diesen bemerkt man die zwei seitlichen Corollenzipfel und endlich kommen aus dem Primordium zwei kleinere, seitliche Kalotten und zwischen ihnen in relativ höherer Lage*) am Blüthenkörper als sonst zwei sehr bald verbundene Gebilde zum Vorscheine, die den Raum, welchen die Kalotten zwischen sich lassen, vollkommen ausfüllen. Sie sind von ziemlich kräftigem Aussehen nnd können in der ersten Anlage leicht für ein unpaares hinteres, grosses Staubgefäss genommen werden, sind aber, wie man sich durch den weiteren Verfolg unterrichtet, die beiden letzten Corollenabschnitte. Dass in der Zeit, wo diese letzten Körper erscheinen, die aufliegende Kappe des hinteren Kelchtheiles etwas gehoben ist, habe ich sicher nachweisen können, es schien mir auch, als ob die Hebung durch die ersten kräftigen Staubgefässanlagen bewirkt würde, indess habe ich doch eine vollkommene Sicherheit nicht gewinnen können; ich will vielmehr die Möglichkeit, dass die Hebung durch eine spontane Dehnung in der den Blüthenboden übergreifenden Kappe selbst bewirkt wird, nicht in Abrede stellen.

Der Umstand, dass ein fünftes Staubgefäss nicht gebildet wird, hat seine Ursache ganz zweifellos darin, dass der Platz, an dem es erscheinen sollte, von den so hoch inserierten beiden Corollenabschnitten eingenommen wird. Bystropogon spicatus Benth. ist wohl die einzige Labiate mit 5 Staubgefässen. Es wäre interessant zu prüfen, ob bei dieser Pflanze die Corollenanlage sich ähnlich vollzieht oder ob nicht vielmehr die frühere Lappung des Blüthenbodens

*) cf. auch Payer Organogénie de la fleur t. 114, Fig. 38.

zugleich mit dem erst späteren Verschlusse der Kelchblätter zu einem an der Basis einheitlichen Organe die Pentamerie des Androeceums bewirkt.

Der Fruchtknoten entsteht wie bei den Scrophulariaceen auf einem in der Mediane gedehnten Boden und hat desshalb zwei in dieser Richtung vorn und hinten gestellte Karpiden.

Aus dieser Schilderung geht zunächst hervor, dass bei dem Blüthenstande von Salvia glutinosa eine eigenthümliche Abweichung in der Symmetrale der Blüthe vorhanden sein muss. Die beiden primären Vorblätter der Terminalblüthe entstehen, wie ich nachträglich bemerken will, unter ganz analogen Anlagebedingungen, wie die der Secundanblüthe, deren Ausbildung ich geschildert habe; nur sind die beiden Contaktkörper der Mittelblüthe die zwei Blätter des decussierten Paares, in deren Lücke sich das Primordium der Blüthe hineinzieht. Die Vorblätter können also nicht, wie sonst bei decussiert beblatteten Sprossen, transversal stehen, sondern convergieren ebenfalls phylloskop. Aus der Lage des Primords der Blüthe unter dem besprochenen Contakte geht hervor, dass die Symmetrale derselben zum eigenen Tragblatte rechtwinklig, d. h. in der Mediane des letzteren gelegen sein muss.

Bei den Seitenblüthen tritt von dem gewöhnlichen Gange der Dinge, der in den Dichasien beobachtet wird, eine Abweichung ein. Diese haben ihre Tragblätter zwischen der Terminalblüthe und dem nächst höher inserierten benachbarten Blatte gelegen. Sie bilden also in der Mediane zu der des primären Tragblattes etwa einen Winkel von 45°. Da nun die Symmetralen der zweiten Blüthen wiederum mit der Mediane der Tragblätter zusammenfallen, so sind die Medianen der Primärblüthe und der Seitenblüthen bereits der ersten Anlage nach um 45° von einander divergent und stehen nicht wie gewöhnlich rechtwinklig auf einander.

Wenn also die Morphologen bisher gemeint haben, dass die Vorblätter der Labiaten transversal ständen, so ist diese Annahme ebenso wenig für Salvia richtig als die Vorstellung, dass »die ursprüngliche Stellung mehr weniger verändert würde«*) falls Cymenbildung vorhanden ist. Die bei dem Borragoid aus der Entstehung nothwendig hervorgehende Verschiebung der Begleitblätter findet also bei Salvia, und ich will gleich hinzufügen, bei den morphologisch gleich entwickelten Inflorescenzen nicht statt. Ebenso wenig kann ich der Meinung zustimmen, dass die von der rechtwinklig sich kreuzenden Symmetralenstellung abweichende Orientierung der Blüthen »in Folge

*) Eichler Blüthendiagramme. I. 232.

der sehr allgemein verbreiteten Tendenz zygomorpher Blüthen, möglichst gleiche Orientierung zum Horizonte anzunehmen« entstehe. Wenn diese gleiche Disposition in echten Wickeln vorkommt, so ist sie nicht eine durch Drehung der Blüthenstielchen erworbene, denn viele dieser Blüthen haben keine Stielchen, in denen die Drehung sich vollziehen könnte, sondern liegt ebenfalls, wie wir bei Echium und besser noch bei Hyoscyamus und Bowardia gesehen haben, in der ersten Anlage begründet. Dass unter Umständen Drehungen bei wirklich ausgebildeten Stielchen vorkommen können, ist ausser aller Frage, ich werde selbst auf eine Erscheinung dieser Art hinzuweisen Gelegenheit nehmen. Diese Beobachtung aber zu einer allgemeinen zu machen, ist sicher nicht den natürlichen Verhältnissen entsprechend. Ich halte es für angemessen, darauf hinzuweisen, dass die Morphologen nicht überall dort eine Drehung decretieren, wo eine Disposition vorliegt, die nicht der theoretischen Vorstellung entspricht, sondern dass sie sich erst wirklich überzeugen sollen, ob einmal ein Organ da ist, in dem sich die Drehung vollziehen kann, und zweitens ob dieses Organ wirklich gedreht ist. Natürlich verstehe ich dabei unter Drehung eine wirkliche Veränderung der Lage. Sollte man aber meinen, dass diese Drehung ein congenitaler Vorgang sei, ein Einwand, den man immer gewärtigen kann, da er schliesslich der beobachtenden exakten Methode gegenüber die letzte Ausweichung ist, so wird sich gegen diese Vorstellung nichts wesentliches, wie gegen jede derartige Annahme einwenden lassen. Wer an congenitale Vorgänge glaubt, kann nicht widerlegt werden.

Die Anwesenheit der beiden Vorblätter ist, wie die Stellung derselben am Blüthenprimordium zur Zeit der Kelchanlage beweist, ohne Einfluss auf die Disposition des Kelches. Sie treten mit den Theilen, an welchen die Ausgliederung von Neuanlagen geschieht, nicht in Contakt und können somit den Ort jener nicht bestimmen. Desswegen fällt einmal ihre phylloskope Convergenz, die bei aktinomorphen Blüthen eine invers normale Stellung hervorbringen müsste, nicht ins Gewicht und andererseits wird bei ihrer Abwesenheit in der Disposition nichts geändert. Ein sehr instruktives Beispiel für die Richtigkeit der letzten Thatsache wird durch Salvia officinalis L. geboten. Sie bringt gewöhnlich gleich der Salvia glutinosa in den Blattachseln Blüthendrillinge hervor; die Mittelblüthe wird von zwei Vorblättern begleitet, die Secundanblüthen entbehren derselben. Trotzdem ist der Kelch an den letzteren genau in gleicher Weise gestellt, wie bei Salvia glutinosa. Aus der Construction der Blüthe geht desshalb aber hervor, dass man zwar theoretisch den Abort annehmen kann, dass man aber die beiden Vorblätter nicht

aus morphologischen Ursachen ergänzen muss. Ob die letztere Vornahme eine phylogenetische Nothwendigkeit ist, wage ich weder zu bejahen noch zu verneinen.

Mein zweites Untersuchungsobjekt war Teucrium chamaedrys L. Die halbstrauchartige, in gewissen Gegenden Deutschlands häufige, in den botanischen Gärten vielfach cultivierte Pflanze besitzt überhaupt keine Vorblätter. Die Blüthen sind in der blühenden Specialinflorescenz dergestalt angeordnet, dass alle genau in derselben Ebene inseriert sind. Auch zur Blüthezeit bleibt diese Stellung erhalten, und wenn durch eigenthümliche Bewegungen in den Stielchen die Blüthen alle neben einander in gleicher Höhe und einheitlicher Richtung der Corollen zum Horizonte ungefähr einen Halbkreis um den Stengel bilden, so sind doch die Stielchen selbst nicht aus ihrer ersten Stellung verschoben, wie sich Wydler anzunehmen berechtigt glaubte.

In diesen relativ sehr langen Blüthenträgern kommen also wirkliche Drehungen zur Anschauung. Eine ähnliche Erscheinung gewährt Teucrium fruticans L. eine Pflanze aus dem Mittelmeergebiete. Diese bringt in den Achseln der relativ grossen Laubblätter, die ziemlich steil aufgerichtet sind, ansehnliche Blüthen hervor, welche, wenn sie an dem Orte ihrer Entstehung verharren wollten, weder den genügenden Raum zur Entfaltung finden, noch eine günstige Exposition haben würden. Sie machen desshalb eine Viertelwendung, so dass die Mediane zur gewöhnlichen Disposition der Primanblüthe senkrecht steht, und dann kippen sie analog der Bewegung, welche die Lobeliaceenblüthe vollzieht, aus dem Raume zwischen dem Blatte und der Axe heraus. Die Blüthen nehmen dabei eine Wendung nach der Lichtseite und bilden drei mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Längszeilen.

Die Entwicklung der Blüthe von Teucrium chamaedrys ist folgende. Das Primordium entsteht zwischen dem Tragblatte und der zunächst vorausgehenden Blüthe; die ganze Specialinflorescenz in der Blattachsel ist also eine seriale Schaar (Taf. X, Fig. 1). Es ist sehr stark von vorn nach hinten zusammengedrückt (Taf. IX, Fig. 27) und bringt dieser Form gemäss zwei kleine seitliche Zipfelchen hervor, die im Vereine mit dem Scheitel die 3 ersten Sepalen werden (Taf. IX, Fig. 28). Während sich das Primordium vorn hebt, so dass die schiefe Ebene an seinem Scheitel entsteht, treten die Kelchblätter auseinander und die lateralen stellen sich etwas nach vorn. Die zwei Vordersepalen treten dann auf und auch im Übrigen wird der Modus, den ich bei Salvia nachgewiesen habe, inne gehalten mit dem Unterschiede, dass die Rückseite des Blüthenkörperchens von den 3 hinteren minder eng und hoch verbundenen Kelchblättern weniger weit bedeckt ist, dass die

vorderen Staminalkalotten kleiner sind, wodurch für die Anlage des zweiten Paares ein erheblich grösserer Raum ausgespart wird (Taf. IX, Fig. 29, Taf. X, Fig. 1 *fl*[1]).

Diese Form der Blüthenanordnung kommt bei mehreren Arten von Teucrium vor; ich fand sie noch bei T. pseudochamaedrys Wend., canum Fisch. et M., sie wird auch von T. flavum L. genannt. In anderen Gattungen ist sie mir nicht bekannt. Dafür sind aber Blüthenschaaren, die im Zickzack angelegt werden, dergestalt, dass die jüngste Anlage immer zwischen den zwei nächst älteren hervorbricht, sehr häufig. Die Blüthensymmetrale liegt bei ihnen immer so, dass sie den Winkel, welchen jene zwischen sich lassen, halbiert. Ob in gewissen Fällen Begleitblätter erzeugt werden, wodurch sich die Schaaren den Borragoiden im Äussern ähnlich gestalten würden, habe ich nicht untersucht, doch ist dies nach der Betrachtung fertiger Zustände wahrscheinlich. Die Lage der Symmetrale würde unter diesen Umständen von der Stellung der Begleitblätter ebenso wenig abhängig sein, wie die von Salvia glutinosa. Sie wäre aber durch die Anlagebedingungen begründet und nicht durch spätere Drehungen erworben. Kurz alle diese Verhältnisse müssen von Fall zu Fall geprüft und nicht aus Analogieen erschlossen werden, die leicht zu den offenbarsten Irrthümern führen können.

Bei Blüthenschaaren der letzten Art habe ich noch beobachtet, dass die Contaktkörper von den bis jetzt constatierten abweichen können. Bei Plectranthus z. B. fungieren als solche für die ersten Blüthen der Schaar die Primärblüthen aus dem nächst unteren decussierten Blattpaare.

Diese Varianten, welche durch meine Beobachtungen gewiss noch nicht erschöpft sind, hängen offenbar mit den Wachsthumsvorgängen zusammen, die um die Neubildungen herum stattfinden und bieten noch ein weites Feld für Specialuntersuchungen. Bezüglich der theoretischen Deutung der Labiatenblüthe haben sich von der Anschauung, dass ein pentamer-tetracyklischer Grundplan vorläge, bemerkenswerthe Abweichungen geltend zu machen versucht. So hat Hochstetter*) unternommen, diese Blüthe durch folgende Deutung zu erklären: Kelch, Corolle und Staubgefässe stellen für sich je einen zweigliedrigen Kreis dar, der durch Spaltung in 6 Theile zerfällt, von denen wieder je ein Mittelglied abortiert. In dieser Interpretation sind die theoretischen Sätze der Morphologie so angewendet, dass Eichler diese Ansicht wohl mit Recht als Wunderlichkeit bezeichnen konnte. Ernster wurde die Idee von Peyritsch genommen, der auf Grund von

*) Hochstetter in Flora 1848 p. 154.

Pelorien eine typisch 4-gliedrige Ausbildung in der Blüthe erkannte. Die decussierte Blattstellung bedingt, wie EICHLER mit grossem Scharfblicke richtig hervorgehoben hat, dass dann, wenn sich eine Gipfelblüthe entwickelt, eine grosse Wahrscheinlichkeit für die Ausbildung nach tetramerem Baue besteht. Indem bei solchen Blüthen die Schiefstellung des Primordiums unterbleibt, gewinnen dieselben wie alle Gipfelblüthen eine aktinomorphe Form.

Die von PEYRITSCH aus den Pelorien gezogene Deutung der normalen Labiatenblüthe ist von EICHLER ebenfalls zurückgewiesen worden, da »man von solchen Ausnahmsbildungen nicht so ohne weiteres auf das normale Verhalten hinüberschliessen sollte«. Die Sache liegt hier gerade wie sonst bei der Verwendung anderer teratologischer Vorkommnisse für die Interpretation. Sie dürfen nur mit vorsichtiger Auswahl derjenigen Objekte gebraucht werden, welche für die zu beweisende Frage passen. Sollten sie den schon im Voraus bestimmten Anforderungen nicht genügen, so werden aus den sehr gern in Anwendung gebrachten Beweismitteln »Ausnahmebildungen« oder »pathologische Erscheinungen«. Dass PEYRITSCH trotz des Vorkommens von 5- und selbst mehrgliedrigen Pelorien gerade die 4-gliedrigen bevorzugt hat, kann ihm Niemand nach wirklich allgemein anerkannten Gründen verwehren. Wenn EICHLER sagte, es kann kein Zweifel sein: die ganze Ausbildung, die Entwicklungsgeschichte, der Vergleich mit den benachbarten Familien zeigen uns die Fünfzahl als die, welche der normalen Labiatenblüthe zu Grunde liegt, so ist dieser Satz gewiss nicht richtig, wenn er dabei an eine aktinomorphe Blüthe dachte, wie er sie im Diagramme von Lamium schematisch dargestellt hat. Die Einwände, welche gegen die Richtigkeit vorzubringen sind, müssen im Ganzen mit denen übereinstimmend sein, welche ich bei der vorigen Gruppe hervorhob; ich kann mich also damit begnügen, auf sie zu verweisen.

Wenn ich das Ziel im Auge hätte, die Blüthenentwicklung möglichst zahlreicher Pflanzenfamilien darzustellen, so würde es nunmehr meine Aufgabe sein, die übrigen Labiatifloren im weiteren Sinne zu besprechen. Ich werde aber um so eher davon Abstand nehmen können, auf die anderen Familien genauer einzugehen, da sich im Grossen und Ganzen die bis jetzt geschilderten Vorgänge wiederholen. Bei den diandrischen Acanthaceen, von denen ich Justicia neglecta Th. And. aus dem Berliner botanischen Garten lebend untersuchte, fand ich keine nennenswerthen Abweichungen, als dass die oberen und unteren Kelchabschnitte sehr schnell hinter einander angelegt werden, die 2 Staubgefässe entstehen als sehr grosse subelliptisch gestreckte Höcker an den beiden Seiten des abfallenden

Primordiums. Sie stossen oben zusammen und spreizen unten auseinander, der Raum zwischen ihnen auf der Vorderseite wird durch die zuerst an Wachsthum zunehmende unpaare Blumenblattanlage ausgefüllt.

Die Verbenaceen legen, so weit bis jetzt bekannt ist, die Blüthen entweder in aufsteigender (Verbena, Lippia) oder in absteigender Reihe an (Petraea nach den Zeichnungen Boquillon's); auch quincunciale Folge des Kelches soll bei Clerodendron vorkommen. Ich kenne nur die beiden ersten Gattungen. Den Labiaten sehr nahe verwandt verhalten sie sich zu ihnen, wie Veronica zu den übrigen Scrophulariaceen bezüglich der Anlage des Kelches, und zwar repräsentiert Lippia die häufigeren Formen von Veronica mit 4 Kelchabschnitten, während Verbena noch einen fünften aufweist. Die erstere besitzt ein nahezu vollkommen gerundetquadratisches Anlagefeld für den Kelch, dessen Ecken von den Sepalen eingenommen werden, die den Raum gleichmässig besetzen. Verbena dagegen verbreitert sich an der Rückseite und lässt noch eine fünfte Kelchanlage zwischen den hinteren Blättern eintreten. Wie bei den Labiaten stehen die beiden dorsalen Petalenprimordien nahe zusammen und mit den übrigen Staubgefässen fast gleich hoch inseriert, so dass hier ein fünftes Staubgefäss, welches bei anderen Gattungen (z. B. bei Tectona) noch gefunden wird, nicht erscheinen kann.

Die Gattung Plantago, deren Blüthen in der Anthese aktinomorph zu sein scheinen, reiht sich ihrer Entwicklung zufolge ebenfalls an die Verbenaceen an. Ein dorsales hinteres Kelchblatt ist auch in der ersten Anlage nicht nachzuweisen. Die Blumenblätter werden simultan ausgegliedert und sind den Contaktverhältnissen mit dem Kelche gemäss in der Vierzahl vorhanden; eine Verwachsung von zwei dorsalen Blattprimordien kann nicht constatiert werden. Die Staubgefässe aber bilden sich nicht, wie Eichler wollte, simultan, sondern erscheinen an dem deutlich nach vorn abfallenden polsterförmigen Blüthenboden in zwei absteigenden Paaren.

Aus anderen Pflanzenordnungen würde es vielleicht wichtig sein, die Caprifoliaceen, bei denen Symphoricarpus und Weigelia (Diervillea) rein zygomorphe Blüthen besitzen, zu besprechen, während wenigstens gewisse Loniceren ihre Blüthen analog dem Modus von Viburnum lantana (s. oben) ausgliedern. Da aber bei jenen dieselben Erscheinungen beobachtet werden, welche Verbascum lychnitis oder Linaria bieten, so will ich nicht weiter darauf eingehen.

d. Die Blüthen der Gattungen Impatiens und Cuphea.

Ehe ich zu der grössten Familie unter den Polypetalen, welche zygomorphe Blüthen aufweist, übergehe, will ich noch zwei andere Typen derselben Klasse besprechen. Ich habe leider nicht alle diejenigen Gruppen untersuchen können, welche einen bilateral-symmetrischen Aufbau ihrer Blüthen aufweisen, will aber nicht unterlassen, einige der wichtigsten namhaft zu machen, damit ihnen später die wünschenswerthe Aufmerksamkeit zu Theil werde. Besonders wichtig sind die Chloranthaceen, Piperaceen, Resedaceen und Melianthaceen; auch die Anacardiaceen scheinen in gewissen Gattungen, z. B. bei Mangifera eine Neigung zur Zygomorphie aufzuweisen.

An dieser Stelle soll den beiden obengenannten Gattungen noch eine kurze Besprechung gewidmet sein. Die Gattung Impatiens ist desswegen nicht ohne Interesse, weil in ihr ein doppelter Modus der Ausbildung eingehalten wird. Die eine Abtheilung der Gattung Impatiens ist, wie bekannt, durch 5, die andere durch 3 Kelchblätter ausgezeichnet. Von jener untersuchte ich Impatiens glanduligera Royle*), von der letzten I. Sultani Hook. fil. vielleicht ein Gartenbastard, der im Winter reichlich blüht und gutes Beobachtungsmaterial liefert. I. glanduligera ist eine annuelle, in den Gärten häufig cultivierte Pflanze. An dem ziemlich flachen, scheibenförmigen Primordium von I. Sultani (Taf. X, Fig. 11) entstehen zur Seite des Scheitels zwei seichte Einkerbungen, die sich allmählig vertiefen und an dem Primordium, während sich dasselbe vorn hebt, als seichte Furchen herablaufen. Hierdurch werden 2 seitliche Gebilde von dem Mittelkörper abgetrennt, die dem Äusseren nach das Ansehen von zwei Vorblättern bieten (Taf. X, Fig. 12—14). Über dieser Blüthe befindet sich noch eine zweite Blüthenanlage; sie spriesst aus der Achsel eines Blattes f', das unter dem Inflorescenzscheitel v, von ihm ein ziemlich beträchtliches Stück entfernt, hervorspriesst. Während sich das erste Primordium auf der phylloskopen Seite hebt, erfährt es auch eine nennenswerthe Verbreiterung, sodass der nun deutlich nach vorn abschüssige Blüthenscheitel die Gestalt eines Paralleltrapezes bietet, welches sich in aufsteigender Richtung allmählig verschmälert (Taf. X, Fig. 14). Auf der Firste dieses Körpers erscheint

*) Die Entwicklungsgeschichte der Blüthe von Impatiens glanduligera Royle findet sich auch in Payer's Organogénie de la fleur t. 17 dargestellt.

nach den beiden ersten Blattausgliederungen und im Contakte mit ihnen ein drittes Blatt s^3.

Bis zu diesem Punkte ist zwischen der Blüthenentwicklung von Impatiens glanduligera und I. Sultani ein Unterschied nicht zu constatieren. Jetzt tritt aber eine Abweichung ein. Bei J. glanduligera nämlich verbreitert sich vorn das Primordium in deutlich sichtbarer Weise mehr als bei I. Sultani. Hierdurch wird bei der ersteren ein Raum geschaffen, in dem zwei Blattanlagen Platz finden, während an dem Primord von I. Sultani nur ein, aber grösseres Blatt erscheint (Taf. X, Fig. 16 s^4). Während also die Entwicklung von I. glanduligera sich den pentameren Blüthen anreiht, schliesst sich die von I. Sultani an die decussierten Blüthen an. Die fernere Ausbildung wird durch den nun herrschenden Contakt bestimmt, bei I. glanduligera erscheinen in den Lücken zwischen den 5 ersten Phyllomen 5 neue, bei I. Sultani treten nur 4 ein (Taf. X, Fig. 17). Diese Blätter sind die Petalen. Nun könnte es scheinen, als ob I. glanduligera deren 5, die andere aber nur 4 besitzen sollte. Dies ist indess nicht der Fall. Das vordere Element des zweiten decussierten Paares von I. Sultani wird nämlich zu einem Blumenblatte: da es genau dieselbe Lage inne hat, wie das vordere Blumenblatt der anderen Art, so sind die Blüthen, was die Blumenkrone anbelangt, vollkommen gleich gebaut. Die Entstehung der Staubgefässe wird dem Orte nach von den Blumenblättern bedingt, ihrer bilden sich 5 aus und nachher treten unter Contakt mit ihnen 5 abwechselnde Karpiden an dem jetzt horizontalen und isodiametrischen Blüthenscheitel hervor.

Auch bei dieser Pflanze trifft die theoretische Interpretation mit dem wirklichen Entstehungsgange der Blüthen nicht zusammen. Die gegenwärtig besonders bevorzugte unter den vielen Deutungen nimmt hier Primulaceen-Disposition an, derzufolge das eine kleinste Kelchblatt der I. glanduligera mit vorderer Lage das dritte sein soll. Wir haben aber bei dieser, wie bei der zweiten Art gesehen, dass das dritte Kelchblatt das median hintere ist. Die Blüthe der Balsaminaceen ist überhaupt in der Anlage nicht von radiärem, aktinomorphem Baue, sondern ist zygomorpher Natur. Bei den meisten Impatiens-Arten wird der vordere Theil des Primordiums von dem vorderen Blumenblatte usurpiert und hierdurch die Möglichkeit einer Anlage von zwei vorderen Kelchblättern weggenommen. Dieser reell wahrnehmbare Umstand erklärt die Form der Blüthe jedenfalls besser, als die Annahme einer Tendenz des Kelches, zwei Blätter schwinden zu lassen.

Der bekannte Monograph der Lythraceen AE. KOEHNE*) hat uns bereits im Jahre 1873 eine Beschreibung der Entwicklung der Cuphea-Blüthen mitgetheilt, der er zwei Jahre später, gelegentlich einer Besprechung der Arbeit von BARCIANU**) über denselben Gegenstand noch einige Bemerkungen hinzufügte. Nach meinen eigenen Beobachtungen kann ich die KÖHNE'schen Angaben nur vollauf bestätigen, der Gegenstand ist so genau und sorgfältig geprüft, dass ich nur wenig hinzuzusetzen brauche.

Wer sich den Blüthenstand von Cuphea lanceolata Ait. oder einer verwandten Art betrachtet, wird die habituelle Ähnlichkeit desselben mit der Wickel nicht verkennen. Die unter 90° von einander divergierenden Blüthenreihen mit den grossen, ebenfalls um 90° unter sich divergierenden Begleitblättern, die allmählige Verkürzung der Blüthen mit der dadurch bewirkten Depression des Vegetationspunktes an der Spitze der Inflorescenz, die Streckung und Senkrechtstellung des Blüthenstandes nach der Anthese stimmen vollkommen mit den Eigenthümlichkeiten, welche jener Blüthenstand zeigt, überein. Diese äussere Ähnlichkeit dürfte wohl auch die Ursache gewesen sein, dass BARCIANU eine Meinung vertreten und aus der Entwicklungsgeschichte zu begründen unternommen hat, derzufolge die Blüthen stets den Abschluss einer Axe darstellten und die Fortsetzung des Systemes durch einen Lateralstrahl übernommen würde, kurz, dass der Aufbau ein Sympodium wäre.

Untersucht man den Vegetationskegel, so findet man, dass er im Umrisse von der Form einer mässig gestreckten Ellipse ist und in den Enden der langen Axe 2 Blätter erzeugt, von denen das eine bereits in der ersten Entwicklung ein wenig grösser als das andere ist. In der Achsel des kleineren entsteht ein Zellhügel, der wenigstens in gewissen Fällen bestimmt mit dem Vegetationskegel im Zusammenhange steht, d. h. von ihm durch eine parallel zur kurzen Axe orientierte Furche abgetrennt wird. Dieser Körper ist ein Blüthenprimord. Er wächst zu einer umgekehrt kegelförmigen Gestalt heran und entwickelt dabei aus seiner Basis zwei transversale kurze Zapfen, die Vorblätter der Blüthe. Dann erhebt er sich in der Richtung nach der Inflorescenzspitze zu und wird auf sein Tragblatt zu abschüssig. Auf dem höchsten Punkte entsteht das dorsal mediane Kelchblatt und

*) KOEHNE in Botanische Zeitung 1873 p. 110 ff, 1875 p. 291 ff., vergl. auch Monogr. der Lythrac. in ENGLER's Jahrbüchern I. 142 ff.

**) BARCIANU in SCHENK u. LUERSSEN's Mittheilungen aus dem Gesammtgeb. der Botanik, II. p. 179.

in absteigender Folge erscheinen die zwei nächsten Sepalenpaare, endlich das sechste Androecealglied oberhalb des Tragblattes.

Die Blüthe ist somit ausgezeichnet der ganzen Anlage nach zygomorph, mit der Symmetrale in der Mediane des eigenen Tragblattes.

Bald nach der Anlage der Blüthe tritt aus der Achsel des zweiten grösseren Elementes jedes Blattpaares ein Spross, der den Aufbau der Hauptaxe in allen Einzelheiten wiederholt. Der ganze Aufbau des Blüthenstandes stimmt in den wichtigsten Zügen mit demjenigen überein, den ich von Corchorus*) beschrieben habe. Auch dieser ist durch decussierte Blattstellung ausgezeichnet und die fertilen Blätter divergieren von einander um 90°, sodass die Lateralstrahlen zwei benachbarte Reihen bilden. Nicht minder stehen die Blüthen, hier meistens Blüthenstände, stets auf der Lichtseite des etwas übergebogenen Triebes. In gleicher Weise hat man in dem Aufbau der Corchorussprosse eine Wickel zu sehen geglaubt.

Diese Sprossform ist ein Gegenstück zu derjenigen, welche wir oben in der floralen Region von Sherardia arvensis L. kennen gelernt haben. Wenn jene den wickelartigen Bau wiederholt, ist diese gewissermassen von schraubelartiger Natur. In beiden aber erkennen wir nur specielle Fälle jener beiden Entwicklungen der Lateralsprosse an decussierten Sprosssystemen, auf die bereits von Hofmeister hingewiesen wurde, derzufolge die Sprossungen gleicher Art entweder in rhytmisch pendelnder Bewegung um 90° von einander divergieren, oder die Axe in regelmässigem Spiralumgange umkreisen.

c. Die Blüthen der Leguminosen.

Diese Familie ist durch eine ganz ungewöhnliche Mannigfaltigkeit der Blüthenstände ausgezeichnet, die aber doch trotz der äusseren Verschiedenheit sich alle dem botrytischen Typus einzureihen scheinen. In vielen Fällen, wie z. B. bei Lupinus, bei vielen Arten von Trifolium, bei Galega, Baptisia u. a. ist derselbe der Anlage nach rein ausgeprägt, die Blüthen entstehen in regelrechter Spirale mit complicierten Divergenzwinkeln, wenn auch durch secundäre locale Streckungen manchmal quirlige Anordnungen sich einstellen. Bei gewissen Formen kann es aber vorkommen, dass der basale Theil der Inflorescenz nur auf seiner Vorderseite Blüthen erzeugt, während die Rückseite frei bleibt; erst an der Spitze tritt dann eine Bekleidung des ganzen Mantels der Spindel mit Blüthen ein, wie wir z. B.

*) K. Schumann in Sitzungsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaft. 1889, p. 21.

bei Lathyrus pisiformis L. sehen. Ein weiterer Schritt in der gleichen Entwicklung ist der, dass die Rückseite der Inflorescenzaxe überhaupt keine Blüthen mehr erhält. Es ist ein ganz besonderes Verdienst GOEBEL's, zuerst mit aller Bestimmtheit betont zu haben, dass jeder Versuch, diese dorsiventralen Trauben auf einen nach einer genetischen Spirale geordneten Racemus zurückzuführen, vollkommen illusorisch ist. Sie stellen vielmehr eine besondere Entwicklungsform der Inflorescenzen dar, die, wenn sie auch durch Übergänge mit den gewöhnlichen Trauben verknüpft sind, doch nicht ohne weiteres den letzteren subsumiert werden dürfen.

Die dorsiventralen Inflorescenzen sind bei den Papilionaceen viel weiter verbreitet, als bisher angenommen wurde: es wird vielleicht nicht unerwünscht sein, wenn ich nach der Untersuchung an frischem und getrocknetem Materiale noch auf einige minder bekannte Erscheinungen hinzuweisen mir erlaube. Das genauere Verständniss derselben wird freilich erst dann erwachsen, wenn die Entwicklungsgeschichte die zum Theil sehr räthselhaften Verhältnisse erklären wird. Vorläufig muss ich mir daran Genüge sein lassen, die Thatsachen mitzutheilen und diese einer genaueren Untersuchung zu empfehlen.

Einen sehr eigenthümlichen und auch biologisch merkwürdigen Blüthenstand hat die Hedysaree Mecopus nidulans R. Br.*) Er stellt einen eiförmigen Kopf dar, welcher bei der ersten Betrachtung wie ein aus unendlich vielen, an der Spitze kurz gekrümmten, haarförmigen, derben Organen, die hier und da von Blättchen begleitet werden, aufgebautes Aggregat aussieht. Bei der genaueren Analyse löst er sich auf in einen Körper, welcher aus spiral gestellten Specialinflorescenzen zusammengesetzt wird. Jede der letzteren wird durch ein schmal dreiseitiges, verlängertes Tragblatt gestützt. Sie hat, wie man bei sorgfältigerer Untersuchung findet, einen dorsiventralen Bau, indem die nach dem Tragblatte zugekehrte Vorderseite anders gestaltet ist, wie die der gemeinschaftlichen Axe zugewendete Hinterseite. An ihrer Spindel befinden sich nämlich vorn 3, hinten aber nur 2 Reihen Blätter mit je einer Blüthe in der Achsel. Die vorderen Blätter sind am Grunde frei, die rückwärts gelegenen an der Berührungsseite mit einander kurz verwachsen. Die Blüthen der Vorderreihen sind so disponiert, dass je zwei mit dem hinteren Paare auf gleicher oder wenigstens nach der Untersuchung des fertigen Blüthenstandes auf scheinbar gleicher Insertionshöhe stehen. Über jedem vorderen Paare

*) R. BROWN in HORSFIELD et BENNETT Plantae Javanicae rariores I, 32; hier ist die blühende Pflanze sehr gut abgebildet.

folgt aber immer eine einzelne zwischen beiden und etwas höher stehende Blüthe.

Von höchstem Interesse wird es sein, die Entwicklungsgeschichte dieser Inflorescenz zu verfolgen; aus den Erfahrungen, welche bis jetzt vorliegen, können wir vorläufig den Hergang noch nicht vermuthen. Es ist nämlich denkbar, dass dieselbe der Anlage nach nicht dorsiventral ist, sondern dass aus einem spiralen Systeme durch spätere Verschiedenheiten in den Dehnungen der Internodien diese eigenthümliche Disposition gewonnen wird, wenigstens erkenne ich in den ausgeprägten 5 Orthostichen einen Fingerzeig dafür. Andererseits könnte aber auch ein analoger Entwicklungsgang vorliegen, wie wir ihn bei den Inflorescenzen mancher Phaseolen finden. Die Vorderseite des Mecopusblüthenständchens wird genau copiert von der Gattung Dolichos. Bei D. lablab L., die in den botanischen Gärten cultiviert wird, finden sich in den Achseln der Inflorescenzbracteen auffallende warzige Höcker, die mit Blüthen bedeckt sind. An den Zweigchen ist es schwer, während der Anthese Ordnung in die Blüthen zu bringen; verfolgt man aber die jüngeren Anlagen, so sieht man, dass auf zwei seitliche, schief nach aussen mit den Medianen orientierte eine einzelne folgt, deren Mediane mit der des Tragblattes zusammenfällt, dann kommen wieder zwei seitliche hervor, die vor sich eine Einzelblüthe stehen haben, und so wiederholt sich der Process noch ein bis zwei Etagen höher herauf; bis durch eine letzte Blüthe oder durch einen sterilen Stummel das System zum Abschlusse gebracht wird. Bei einer anderen Art derselben Gattung die ich unter dem Namen D. Hernandezii notiert habe, fand ich an Stelle der Einzelblüthe ein extranuptiales Nektar.

Die Ursache dieser Anordnung liegt darin, dass der axenwärts, gelegene Theil des Inflorescenzträgers in meristematischem Zustande verbleibt und befähigt ist, Neubildungen zu erzeugen, die sich gemäss dem vorhandenen Raume und unter den vorliegenden Contaktbedingungen nicht anders stellen können. Die symmetrische Schiefstellung der Halbierungsebenen der lateralen Blüthen wird sich wahrscheinlich in der Weise erklären, welche uns Aufschluss über die sogenannte abnorme Stellung der Salviablüthen gewährte.

Einen sehr reducierten Typus der gleichen Art stellen die Inflorescenzen von Phaseolus selbst dar, an dem wir 2—4 Blüthen beobachten. Die Entstehung dieses Blüthenstandes erklärt auf das unzweideutigste, dass die auch hier nicht fehlenden Versuche*), ihn

*) Irmisch in Botan. Zeitung 1851 p. 691, auch Wydler in Flora 1860. p. 95.

auf ein spirales System zurückzuführen, keinen Erfolg haben konnten.

Die Specialinflorescenzen von Arachis hypogaea L. habe ich leider entwicklungsgeschichtlich nicht prüfen können, da aber auch sie eine Reihe Mittelblüthen und hier allerdings verschieden orientierte Seitenblüthen aufweisen, so habe ich die Vermuthung, dass vielleicht ein ähnlicher dorsiventraler Blüthenstand vorhanden ist. Die genauere Prüfung der obwaltenden Verhältnisse wäre meinem Ermessen nach eine interessante Aufgabe.

Ich habe Eingangs bemerkt, dass Mecopus nidulans biologisch merkwürdige Erscheinungen besitzt, und will noch mit einigen Worten auf diese eingehen. Von den über hundert angelegten Blüthen kommen nur sehr wenige zu ihrer definitiven Bestimmung, sich weiter zu entwickeln, zu blühen und Früchte anzusetzen. Die allermeisten stellen, nachdem die Blüthencyklen in der Vollzahl erschienen sind, ihr Wachsthum ein und verkümmern. Der Blüthenstiel aber, an dem sie sitzen, streckt sich und erfährt dabei eine leise Krümmung derart, dass die Convexität der Hauptaxe des Specialblüthenstandes zugekehrt ist. Diese Biegung erleiden sowohl die Vorder- als die Hinterblüthen, demgemäss sind die letzteren zu jenen umgekehrt gekrümmt. An der Spitze werden sie sehr kurz hakenförmig umgebogen und so stellen diese Organe, nachdem die Blüthe an einer Artikulationsstelle abgebrochen ist und nachdem sie fest und zähe geworden sind, allwärts gerichtete Klettstrahlen dar.

Die fertilen Blüthen erzeugen Hülsen, welche zuerst durch die Biegung des Blüthenstielchens nach unten in eine nickende Stellung gelangen, später wird die Lagenveränderung in gleicher Weise fortgesetzt. Die Hülse beschreibt also einen Kreisbogen, wird allmählig wieder gehoben, bis sie drei Viertel eines Kreises zurückgelegt hat, und wird dann in die hinter dem Blüthenstielchen befindliche Masse von Begleitblättern und sterilen Haken hineingeschoben. Unter dem Schutze dieser Umhüllung wächst sie heran.

Von einigen Desmodieen, wie z. B. von Uraria picta L., wissen wir, dass vermöge der Klettapparate Theile der Inflorescenz losgelöst werden, die an Fremdkörpern haften bleiben und verschleppt werden. Die genannte Pflanze dürfte ihre Ubiquität innerhalb der Wendekreise dieser leichten Transportierungsfähigkeit verdanken. Auch die Köpfe von Mecopus haben eine offenkundige Neigung sich einzuhäkeln, und so dürfte wohl die ganze eigenthümliche Beschaffenheit des Blüthen- resp. Fruchtstandes ein Erleichterungsmittel für die Samenverbreitung darstellen.

Eine zweite Reihe von bisher weniger gekannten dorsiven-

tralen Inflorescenzen sind diejenigen, welche in ihrem Äusseren an das Borragoid erinnern. Ich habe sie in den Gattungen Hecastophyllum und besonders Dalbergia in so vollendet ähnlichem Habitus mit jenem gesehen, dass ihre Natur sehr zweifelhaft bleiben kann. Die letzterwähnte Gattung lässt sogar die Neigung zu einer Einrollung der Inflorescenzspitze nicht verkennen, vielleicht ist dieselbe sogar vollkommen eingerollt, indess erlaubte das getrocknete Material nicht, darüber eine sichere Erkenntniss zu gewinnen, weil die von mir untersuchten Arten mit einer dichten Haarbekleidung versehen waren. Die Einzelblüthen stehen an der ungefähr horizontalen Axe auf der Oberseite mit der Fahne nach der Spitze der Inflorescenz gerichtet. Sie sind also ähnlich, wie ich dies im Gegensatze zu Echium an den Borragoiden von Hyoscyamus betonte, mit der Öffnung der Blüthe nach rückwärts gerichtet. Jede Blüthe trägt an der Basis zwei verbundene Vorblätter und wenn man, was allerdings niemals vollkommene Gewissheit bringt, aus Analogieen schliessen darf, so würde dieser Umstand schon darauf hinweisen, dass ein Borragoid nicht gegeben sein kann, da bei diesem die Fortsetzung eines Sprossverbandes aus einem der Vorblätter stattfindet. Wäre also die Hauptaxe ein Sympodium, so müssten die Begleitblätter an diesem, nicht an den Blüthen sitzen. Da nun ausserdem jede der letzteren von einem Tragblatte gestützt wird, so ist es nicht wahrscheinlich, dass die spätere Entwicklungsgeschichte, trotz der Ähnlichkeit im Äusseren, ein Borragoid in dem Blüthenstande nachweisen wird.

Die Gattung Geissaspis, welche mehrere Arten umschliesst, die in Ostindien als Ruderalpflanzen eine ziemliche Verbreitung haben, bietet wiederum wickelartige, dorsiventrale Inflorescenzen dar, welche wegen ihrer grossen Begleitblätter von kreisförmiger oder asymmetrischer, halbeiförmiger Gestalt, mit dichter imbricater Deckung, an einzelne Acanthaceengattungen erinnern (Taf. X, Fig. 2 [a]). Die gestielten Blüthenstände von Geissaspis cristata W. et Arn. treten aus den Achseln von Laubblättern hervor. Sie sind mit 2—3 vorausgehenden Stipelpaaren besetzt oder wenigstens mit Phyllomen, die genau auf gleicher Höhe inseriert sind und sich in der Form von den Nebenblättern der Pflanze nicht unterscheiden. Die Begleitblätter der Blüthen sind nun zwar grösser, derber und am Rande mit Wimperhaaren reichlich besetzt, gleichen aber sonst, besonders durch den Besitz eines spornartigen Schwanzes jenen im Ganzen soweit, dass man beide wohl als homolog ansehen kann. Das unterste Paar hat auch noch genau gleiche Insertionshöhe, die folgenden sind ein wenig gegen einander verschoben.

Ohne Zweifel verdient die in Rede stehende Pflanze unsere Aufmerksamkeit, weil sie den Beweis dafür liefert, dass Nebenblattpaare oder Organe, die mit diesen völlig homolog sind, sich unter Umständen genau wie selbständige Blätter verhalten. An dem Stiele der Inflorescenz sind diese Objekte durchaus in keiner Weise für etwas anderes zu betrachten als Stipelpaare, deren Blattspreite in Wegfall gerathen ist; wenn auch im Äussern verändert, wird man ohne Zögern auch das unterste Blattpaar mit jenen noch gleich setzen. Die verschieden hohe Insertion der Phyllome darüber zeigt aber, dass sich die Paare zu Einzelblättern individualisiert haben.

Betrachten wir nun die Blüthen. Heben wir die untersten Blätter der Inflorescenz ab, so bemerken wir, dass das untere Paar gewöhnlich steril ist. In der Achsel jedes der folgenden Blätter aber finden wir zwischen ihnen und dem nächsthöheren zusammengepresst je eine Blüthe, beziehungsweise Frucht, die an einem *s*-förmig gekrümmten, relativ kräftigen Stiele aufgehängt ist (Taf. X, Fig. 2[b]). Verfolgen wir denselben, so sehen wir, dass er aber nicht in den Blattachselgrund führt, sondern in eine kleine Vertiefung, welche an der Vorderseite der Spindel und zwar abwechselnd rechts und links auf das nächste Begleitblatt hingerückt, gelegen ist. Die Grube ist mit einem callösen Rande umzogen. Ob in dem letzteren vielleicht ähnlich den Erscheinungen, welche bei den Grasinflorescenzen begegnen, das Rudiment eines Blattes zu erkennen ist, vermag, wie den ganzen gewiss sehr merkwürdigen Aufbau, nur die Ontogenese zu erklären. Jedenfalls stellt diese Inflorescenz das Gegenstück zu dem borragoidähnlichen, den uns Dalbergia bot, insofern dar, als nicht die Oberseite, sondern die morphologische Unterseite der Axe mit Blüthen beladen ist.

Untersucht man eine sehr junge Knospe, so findet man die Blüthen unmittelbar über der Anheftungsstelle auf kurzen Stielchen, die Fahne auf die Tragaxe zugewendet. Ihre Blühlage wird sie dadurch gewinnen, dass sie zwischen den Vorderseiten der Begleitblätter heraustritt; macht das Stielchen einen sanften nach unten gekrümmten Bogen, so hat sie die Stellung, welche die Papilionaceen sub anthesi gewöhnlich einnehmen, falls sie gestielt sind. Da wir die Blüthen später ausnahmslos zwischen ihren benachbarten Begleitblättern und dem nächst höheren eingeklemmt finden, so geht daraus hervor, dass der Stiel im weiteren Verlaufe der Entwicklung noch eine doppelte Krümmung vollziehen muss, einmal biegt er sich nach hinten, wodurch wahrscheinlich die Blüthe überhaupt in die Stellung zwischen die beiden Blätter gebracht wird, und dann nach vorn, eine Bewegung, die bewirkt, dass die sonst stattfindende Resupination der Blüthe

wieder aufgehoben wird. Demgemäss liegt zuletzt die Blüthe oder die Frucht in der für die Papilionaceen normalen Stellung mit der Fahne resp. der geraden Hülsenseite nach oben in der Umhüllung. Wann sich diese Bewegungen vollziehen, und ob sie nach einander oder zugleich eintreten, kann nur durch die Untersuchung in der Heimath ermittelt werden.

Über die Begleitblätter sei noch Folgendes bemerkt. Da sie, aufrecht gestellt, sich auf das engste berühren, so kann es nicht überraschen, dass ihre anatomische Beschaffenheit umgekehrt ist. Diejenigen Seiten, welche nach aussen gekehrt sind, stellen ihre morphologischen Unterseiten, die einander zugewendeten die Oberseiten dar. Die ersteren haben aber durch die Abwesenheit der Spaltöffnungen und die übrigen charakteristischen Eigenthümlichkeiten die Beschaffenheit der Blattoberseite und umgekehrt. Wenn ich oben gesagt habe, dass die Stipelpaare in ihren beiden Elementen zu eigenen Phyllomen individualisiert sind, so kann man auch andererseits die Sachlage theoretisch derart fassen, dass man das eine Blatt der Paare als abortiert ansieht.

Die eigenthümliche Bewegung der Blüthen beobachtet man auch noch an anderen Leguminosen und diese führen mich zu denjenigen Blüthenständen, die von manchen Morphologen vielleicht für echte Wickeln angesprochen werden dürften. Sie gehören zu denjenigen Formen, für welche ich die Bezeichnung einer Blüthenschaar vorgeschlagen habe. Aus der Familie der Papilionaceen habe ich diese Verhältnisse bei Phylacium bracteosum R. Br. und Desmodium (Dicerma) pulchellum Bth. untersucht, in sehr weiter Verbreitung werden sie bei vielen Cassia-Arten unter den Caesalpiniaceen, die in die Verwandtschaft von C. Langsdorffii Kth., tecta Vog., mimosoides L. u. s. w. gehören, beobachtet.

Die ersterwähnte Pflanze*) hat im Indischen Archipel eine weite Verbreitung, wenn sie auch nirgends häufig zu sein scheint; sie ist auch in Nord-Australien und in Deutsch-Neu-Guinea nachgewiesen worden. Sie ist eine schlingende Hedysaree, welche habituell lebhaft an eine Phaseolee erinnert. In den Achseln ihrer dreizähligen Blätter beobachtet man mehrere unabhängig von einander hervortretende Inflorescenzen, die an langen hin- und hergebogenen Stielen aufgehängt sind. Sie entstehen nach der Art von Blüthenschaaren zickzackförmig an einander gereiht. Nahe dem Ende des gemeinschaftlichen Blüthenstieles trägt jede Specialinflorescenz ein sehr

*) Sie ist in R. Brown Plantae rariores Javanicae t. 33 vortrefflich abgebildet.

grosses, dünnhäutiges, eiförmiges, wahrscheinlich weisses, in der Mitte nach oben zusammengefaltetes Blatt. Das Ende des ganzen Sprosses wird von einem minutiösen Laubknöspchen abgeschlossen. Zwischen der Anheftungsstelle des Blattes und diesem befinden sich nun Gruppen von 4—5 Blüthen, die mit zickzackförmiger Ausweichung hinter einander aus dem Achselgrunde des Schutzblattes hervorbrechen, dabei ist die vorderste Blüthe die erste der Entwicklung nach, die hintere, welche ich in ganz jungen Stadien vorgefunden habe, die letzte. Wir haben also offenbar das Verhältniss vor uns, welches man als Blüthen bereichert durch Beiknospen beschreibt. Da die letzteren über den Primanblüthen sich befinden, so liegt das seltene Beispiel der Bereicherung durch obere Beiknospen vor. Wir können diesen Fall auf ganz gleiche Stufe mit der Erscheinung an Aristolochia stellen und da WARMING dort die Verbindung als wicklig ansieht, so würden auch die Inflorescenzen von Phylacium bracteosum als solche gelten können.

Wie oben erwähnt, kann ich mich dieser Ansicht nicht anschliessen; ich halte es vielmehr für gewiss, dass bei dieser Pflanze eine fortgesetzte Dehnung des Achselgrundes stattfindet, der entsprechend neue Blüthen eingeschaltet werden, und da die Dehnung zwischen Blüthe und Axe sich vollzieht, so sind die Blüthenschaaren aufsteigend*).

Verfolgt man die Disposition der Blüthenblätter im jüngsten Zustande, der noch zu einer Untersuchung brauchbar ist, so bemerkt man, dass ihnen die Normalstellung der Papilionaceenblüthen ursprünglich eigen ist: an sehr kleinen Knospen steht die Fahne von dem gemeinschaftlichen Tragblatte abgewendet, der unpaare Kelchtheil liegt auf dasselbe zu. Für die erste Blüthe kann eine andere Lage nicht vorausgesetzt werden, es ist aber eine besondere Eigenthümlichkeit der geschaarten Blüthen, dass sie unter sich ganz oder fast ganz übereinstimmende Orientierung aufweisen. Jede Blüthe wird von einem seitlich stehenden Tragblatte begleitet und unterhalb des Kelches von zwei Bracteolen, die transversal zur Symmetrale angeheftet sind, gestützt. Wenn man erwägt, dass das specielle Tragblatt der Blüthe nicht derart orientiert ist, dass die Symmetrale durch seine Mediane geht, sondern dass es seitlich an der Basis befestigt

*) Soweit meine Beobachtungen reichen, sind die geschaarten Blüthen bei denjenigen Pflanzen, welche den Kelch aufsteigend ausgliedern, in aufsteigender Folge angeordnet, bei den Gewächsen mit absteigender Kelchanlage aber in den allerhäufigsten Fällen in absteigender Folge zusammengestellt. Die Ausgliederung des Kelches scheint demzufolge von Einfluss auf die Anreihung der Blüthen zu sein.

ist, so findet man in dieser Gattung eine Anomalie, die indess in der Reihe der Papilionaceen durchaus nicht allein steht; ich werde im Verlaufe dieser Besprechung noch mehrfach Veranlassung haben auf diese Eigenthümlichkeit hinzuweisen.

Untersucht man ältere Zustände der Inflorescenz kurz vor, während oder nach der Anthese, so nimmt man eine ganz andere Stellung der Blüthen wahr. Die jüngeren stehen auf kurzen Stielchen aufrecht vor dem gemeinschaftlichen Tragblatte, die älteren sind gestielt und liegen innerhalb des Raumes, der von jenem durch die Zusammenfaltung in der Mitte umfasst wird. Die Knospen stehen ebenfalls noch aufrecht, aber sie kehren dem Blatte nicht mehr den Kiel, sondern die Fahne zu. Hier muss also die Blüthe im Laufe der Entwicklung eine Wendung um die Axe gemacht haben, welche in der Verlängerung des Blüthenstielchens liegt. Bei aufmerksamer Betrachtung der Blüthenknospen vom jüngsten Stadium an kann man auch die Drehung verfolgen. Sie vollzieht sich derart, dass sich die Fahne nach aussen und nach vorn, auf der rechten Seite der Schaar also mit einer Wendung, die dem Gange des Uhrzeigers entspricht, auf der linken mit entgegengesetzter bewegt. Schreitet die Blüthe zur Anthese, so kippt sie axenwärts über und hat nun die für die Papilionaceen eigenthümliche Aufhängung. Die Blüthen von Phylacium bracteosum gehören also zu den resupinierten. Die Frucht richtet sich dann wieder etwas mehr in die Höhe, daher bemerkt man an ihr eine von der gewöhnlichen Stellung der Papilionaceen verschiedene, indem dieselbe dem gemeinschaftlichen Tragblatte nicht wie gewöhnlich die Bauch-, sondern die Rückennaht zukehrt.

Desmodium (Dicerma) pulchellum bietet ganz ähnliche Verhältnisse. Auch sie hat Blüthenschaaren in den Achseln von Tragblättern, die aber nicht einzeln am Ende eines Inflorescenzstieles unterhalb einer Knospe befestigt sind, sondern in zweizeiliger Stellung an einer längeren Spindel sitzen. Diese Tragblätter werden aus einem Fiederpaare zusammengesetzt, oberhalb dessen eine haarförmige Borste sich befindet; die Fiedern sind von nahezu kreisförmiger Gestalt, haben etwa die Grösse eines Pfennigs und liegen aufgerichtet platt an einander. Auch hier hat jede Blüthe ein seitliches Begleit- und Deckblatt und unterhalb des Kelches zwei zur Symmetrale transversale Bracteolen. Sie entstehen zickzackförmig neben einander gereiht in aufsteigender Folge. Die jüngsten Knospen kehren die Fahne nach der Tragaxe, später vollzieht sich die an der vorigen Pflanze beschriebene Drehung der Blüthen, so dass, wenn sie zwischen den beiden Elementen des gemeinschaftlichen Tragblattes der Schaar untersucht werden, wieder die Fahne nach der Mediane desselben

gekehrt wird. Ebenso kippen sie bei der Anthese axenwärts über.

Ich war lange der Meinung, dass in den Fiederblättchen die morphologischen Oberseiten sich berührten, dass aber durch die abweichende Exposition die anatomische Beschaffenheit gegen die der anderen Seite ausgetauscht war. Mein Gedankengang war folgender: ich meinte, dass die Blättchen zuerst flach ausgebreitet gewesen wären und dann sich nach oben zusammengeklappt hätten. Diese Ansicht schien mir um so berechtigter, als ich eine Torsion in den sehr kurzen Stielchen nicht wahrzunehmen vermochte, die etwa auf eine Wendung der Blattflächen hingedeutet hätte. Durch den freundlichen Hinweis des Herrn Dr. NIEDENZU wurde ich darauf aufmerksam gemacht, dass die Vertheilung von Leptom und Hadrom in den Bündeln des Blattes (das Hadrom befand sich an der Seite des Pallisadengewebes) doch eine derartige Wendung wahrscheinlich mache. Es gelang mir in dem Herbarium genügend junge Zustände zu finden, um über den Vorgang Aufklärung zu gewinnen. Die Knospenlage der Blättchen ist dergestalt, dass jedes in der Mitte nach oben gebrochen, beide Blatthälften nach dem Zenith kehrt. Die beiden Hälften jedes einzelnen Blättchens berühren sich also mit den Oberseiten und die beiden Blättchen stossen an einander mit den halben morphologischen Unterseiten.

Die von mir geschilderte Stellung der Blättchen wird nun einfach dadurch gewonnen, dass jedes die äussere Hälfte nach unten fallen lässt. Auf diesem Wege werden die morphologischen Oberseiten freigelegt und nach aussen gekehrt, während die morphologischen Unterseiten, die sich in jedem Pärchen schon zur Hälfte berührten, nun auch mit den anderen Hälften in Berührung treten. Diese Entfaltung der Blätter erklärt, dass eine Drehung in den Blattstielchen nicht zu beobachten ist, trotzdem die Blättchen gegen einander gewendet sind.

Die nächsten Verwandten von Desmodium pulchellum, nämlich D. vestitum Bth. aus Java und D. elegans Bth. aus China, zwei ausgezeichnet charakterisierte Arten, verhalten sich, soweit ich aus dem vorliegendem spärlichen Materiale ermitteln konnte, gleich der eben beschriebenen Pflanze, mit dem einzigen Unterschiede, dass besonders die erstere die 6-Zahl der Blüthen von D. pulchellum Bth. um das doppelte und mehr übertrifft.

Bei Phylacium bracteosum wirkt das grosse gemeinschaftliche Tragblatt der Inflorescenz wahrscheinlich nicht blos als ein offenbarer Schutz für die Entwicklung der Früchte, die in Correlation mit dieser Hülle im Verhältnisse zu den gewöhnlichen Desmodium-

früchten sehr zartwandig sind, sondern dürfte auch als Flugapparat zur Verbreitung der Hülse dienen. Wie sich die Sache bei Desmodium pulchellum verhält, kann aus dem trockenen Materiale nicht erschlossen werden; doch scheinen, nach den leeren Spindeln an einzelnen Pflanzen zu urtheilen, die Blättchenpaare vereint abgelöst zu werden und könnten vielleicht in ähnlicher Weise functionieren.

Die Andeutung, welche ich oben über die anormale Stellung der Blüthe zu dem an der Basis befindlichen Begleitblatte, das als Homologon eines Tragblattes angesehen werden muss, machte, veranlasst mich, dieser Erscheinung noch einige Worte zu schenken. Taubert*) hat bei den Arten der Gattung Stylosanthes, welche durch dicht gedrängte Inflorescenzen ausgezeichnet sind, nachgewiesen, dass die Blüthen in einem sehr engen Raume zwischen einem grossen, scheidig umfassenden Tragblatte und den höher inserierten Blättern der Inflorescenz eingeschlossen, eine zu dem ersteren um 90° gewendete Stellung der Symmetrale aufweisen. Ich kenne diese Pflanzen auch, da ich ihnen eine eingehende Untersuchung gewidmet habe, und kann diese Beobachtung nur bestätigen. Die Symmetrale der Blüthe geht nicht durch das Blatt, in dessen Achsel sie gefunden wird, sondern liegt mit ihm parallel, d. h. schneidet die Mediane der Blüthe unter 90°. Jede Blüthe wird von 2, unter Umständen auch von 3 Blättchen begleitet und unterhalb der dorsalen Seite spriesst in gewissen Arten eine behaarte Borste hervor. Diese Thatsache macht die Ansicht, dass die Blüthe von Stylosanthes eine axilläre Einzelblüthe sei, wie Taubert bereits ganz richtig bemerkt hat, wenig annehmbar. Der Hinweis, dass hier ein reducierter Blüthenstand vorliege, welcher durch die Analogie von Ononis natrix L. und auch durch die Borsten in der Inflorescenz gewisser einblüthiger Grasährchen genügend gestützt wird, macht es vielmehr wahrscheinlich, dass die Blüthe aus dem unteren Begleitblatte entsteht, und dann hat sie zu diesem die Normallage einer Papilionaceenblüthe.

Dagegen besitzen wir in Lathyrus nissolia L. eine Pflanze, bei der offenbar eine Änderung in der Lage der Symmetrale eingetreten ist. Die Blätter erscheinen an ihr mit zweizeiliger Stellung an einem keilförmigen, an der einen Seite stumpf gerundeten, sehr flach gewölbten Vegetationskegel (Taf. X, Fig. 3 *v*). Sie convergieren bereits in der ersten Anlage nach derjenigen Seite des Vegetationskegels hin, welche die spitzere Kante darstellt. Sobald das Blatt entstanden ist, nimmt es kappenförmige Gestalt an und umschliesst das zuerst fast kalottenartige Blüthenprimordium. Gegen die bald

*) Taubert in Abhandl. des botan. Vereins der Prov. Brandenburg XXXII. 7.

sehr flache Axe gepresst, kann es keine andere Gestalt annehmen, als dass es sich zum Tragblatte quer dehnt, und diese Dehnung zu im Querschnitte ellipsoidischer Form bestimmt die Symmetrale der Blüthe, welche mit der Ebene senkrecht zur kurzen Axe zusammenfällt (Taf. X, Fig. 4). Untersucht man den Blattgrund genauer, so sieht man, dass das grasartige Blatt nicht gleichförmig an der Basis inseriert ist; sondern dass es an der einen Seite mit einem sehr kurzen Bogen dem breitgedrückten Stengel angesetzt ist, während auf der anderen eine bis zum Grunde herablaufende Spalte vorhanden ist. Die Orientierung der Blüthe ist eine solche, dass das unpaare Kelchblatt nach der letzteren Seite, an welcher das Blatt offenbar leichter verschiebbar ist, also der Vergrösserung einen geringeren Widerstand entgegensetzt als die andere, hinblickt. Die Differenz im Blattansatze ist bereits in den jüngsten Stadien der Ausbildung zu erkennen.

Die Erwägungen, welche wir bei Stylosanthes gemacht haben, auf Grund deren wir zu der Überzeugung kamen, dass in dieser Gattung ein einblüthiger Blüthenstand vorläge, sind bei L. nissolia nicht am Orte, meines Wissens hat man die Blüthe auch stets für eine echt axilläre angesehen. Die Veränderung der Symmetrale ist jedenfalls nur die Folge der engen Umschliessung durch das Tragblatt, verbunden mit den Druckdifferenzen auf beiden Seiten desselben. Bei einer derartigen Raumvertheilung zwischen dem Tragblatte und der Axe wäre die Medianstellung eine Unmöglichkeit. Ein Blick auf eine sich entwickelnde Blüthe beweist die Richtigkeit dieser Meinung unzweifelhaft.

Einen eigenthümlichen Blüthenanschluss unter den Papilionaceen bietet auch Lathyrus aphaca L. und die sich in dieser Hinsicht von ihr nicht unterscheidende Art L. pseudoaphaca Boiss., welche ich beide entwicklungsgeschichtlich untersuchen konnte. Wenn man die Pflanze während der Blüthe und kurz vorher prüft, so findet man in der Achsel der zu einer kurzen Granne reducierten Blätter, die von den bekannten grossen asymmetrisch-pfeilförmigen Nebenblättern begleitet sind, Einzelblüthen, welche ihre Symmetrieebene ungefähr in der Mediane des Blattes liegen haben. Sieht man genauer zu, so erkennt man freilich, dass jede Blüthe ein wenig seitlich zwischen der etwas grösseren Stipel und der Inflorescenzaxe ich befindet. Für die Morphologie ist aber dieser Umstand kein genügender Grund, um in ihm eine Abweichung von der axillären Lage zu erkennen, man glaubt vielmehr nur, dass eine unwesentliche Verschiebung eingetreten ist. Begleitblätter sind an der Blüthe selbst nicht zu beobachten, wohl aber steht unterhalb derselben und zwar auf der Seite nach dem Tragblatte hin, eine Borste.

Die Blüthe kehrt dem Blatte, in dessen Achsel sie sich befindet, die Fahne zu, ist also umgekehrt gestellt, wie gewöhnlich die Papilionaceenblüthe. Die Theorie erklärt diese Disposition durch die Annahme, dass die Einzelblüthe in Wirklichkeit eine Inflorescenz sei, in der die Endgranne das Axenrudiment repräsentiere; ein kragenförmiger sehr kurzer Wulst unterhalb der Blüthe wird als Tragblatt gedeutet, und indem die Granne auf das Tragblatt der einblüthigen Inflorescenz zugewendet ist, kehrt die Blüthe selbst der Borste die Fahne zu. Zu ihrer relativen Hauptaxe hat dann die Blüthe die Normalstellung der Papilionaceen.

Vorausgesetzt selbst, dass diese Deutung richtig ist, und ich möchte wegen der vielen Beziehungen mit anderen Arten nicht daran zweifeln, so ist doch die Stellung der Blüthe so merkwürdig und ungewöhnlich, dass es mir nicht unwichtig schien, die Entwicklungsgeschichte der Pflanze in der Blüthenregion zu studieren. Mir ist bei keiner Pflanze unter den Dicotylen die Thatsache bekannt, dass das erste Blatt an einem Axillarsprosse eine median hintere Stellung hätte. Eine solche Disposition scheint demgemäss nach mechanischen Gesichtspunkten unmöglich zu sein. Welches die Bedingungen wären, unter denen diese Stellung resultierte, hielt ich zu ermitteln für nöthig.

Die Spitze einer blühenden Pflanze von Lathyrus aphaca so weit freizulegen, dass man den Vegetationskegel gut betrachten kann, gelingt verhältnissmässig leicht. Man schneidet den Kopf des Sprosses einfach durch, hebt die grossen Stipeln mit einer flachen Nadel successive weg und erhält, indem man sie beseitigt, fast mühelos die gewünschten Präparate. Minder einfach ist es aber, die an der Spitze vorhandenen Zellhöcker in ihrer Natur richtig zu erkennen. Ich habe in Taf. X, Fig. 5 einen Sprossgipfel in der Weise präpariert dargestellt, dass man alle wesentlichen Theile zu überblicken im Stande ist. An ihm sieht man zunächst 4 borstenförmige Körper, welche die reducierten, in ein rankenartiges Gebilde umgestalteten Blätter darstellen, f—f^3. In den Achseln dieser Blätter befinden sich 4 Blüthenknospen fl—fl^3, in der Mitte aller dieser Körper liegt der Vegetationskegel v. Dieser hat weder die gewöhnliche Form noch die gewöhnliche Lage, die man an den Dicotylensprossen wahrzunehmen pflegt. Er ist deprimiert, so dass er bald von den Produkten, die aus ihm hervorgegangen sind, überragt wird; ferner senkt er sich in der Richtung auf den Beschauer zu. Das Blatt, welches er anzulegen im Begriff ist, kommt immer zu den anderen Organen in bestimmtem Lagerungsverhältnisse zum Vorscheine. Es fällt nämlich, wie wir bei f^2 gut sehen können, in eine Lücke zwischen die Stipel des auf derselben Seite befindlichen vorausgehenden Blattes f und zwischen

*fl**). Diese Lücke wird hervorgebracht, indem die Blüthe *fl* einen Stiel erhält. Derselbe wird dadurch erzeugt, dass sich der obere Theil der Blüthe nach und nach fast zur Kugelgestalt abrundet, während dem unter ihm befindlichen Träger ein minder rasches Wachsthum in die Dicke eigen ist. Der Vegetationskegel v hat bereits angefangen, sich in der Richtung nach dem Orte zwischen fl^2 und dem zu f^2 gehörigen, auf den Beschauer zugewendeten Nebenblatte zu dehnen und ist hier im Begriffe, einen kleinen Höcker f^4 abzugliedern, welcher das Blatt in seinem ersten Anfange darstellt. Nach der bekannten Weise gewinnt dieses Blatt dann dadurch, dass die benachbarten Theile rechts und links am Vegetationskegel energische Zellthätigkeit entwickeln, seine beiden Nebenblätter. Zugleich mit dem Hervortreten derselben bekommt das Blatt ein Achselprodukt. Es tritt in einer solchen kräftigen Form auf, dass man ein Bild erhält, als ob der Körper von dem Vegetationskegel durch eine auf das Blatt zu convexe Furche abgetrennt wird. Dieser Körper ist das Blüthenprimordium. Von Anfang an hat es keine ganz regelmässige Gestalt, seine Form ist die eines gerundeten, unregelmässigen, dreiseitigen, niedrigen Prismas, dessen schärfste Kante in der Richtung des Abfalls, den ich am Vegetationskegel nachgewiesen habe, liegt. Untersuchen wir nun die Orte, welche für die Vergrösserung desselben den besten Spielraum gewähren, so finden wir, dass fl^3 auf der Vorderseite von der Stipel, die zu f' gehört, unmittelbar berührt wird. Dagegen steht ihm nach rückwärts hin eine grössere Lücke zur Verfügung, die sich zwischen fl^1 und fl^2 aufgethan hat. In der That wächst es, wie fl^2 zeigt, das zwischen *fl* und *fl'* sich eingeschoben hat, in diese Spalte hinein. Dabei hebt sich die hintere Seite hoch über die vordere und erzeugt das erste Kelchblatt, dem sich die zwei folgenden Paare in absteigender Reihe zur Seite der schiefen Ebene anschliessen. Ungefähr zu gleicher Zeit mit der Entstehung des ersten Kelchblattes erscheint unter dem Gipfel des Primordiums an einem Orte, welcher durch die Dehnung des Körpers in verticaler Richtung freigeworden ist, ein kleiner Vorsprung unmittelbar über dem Tragblatte des Sprosses, welches das sogenannte Axenende der einblüthigen Specialinflorescenz darstellt.

Die Stellung der Blätter hat eine nicht zu verkennende Ähnlichkeit mit derjenigen, welche ich oben für L a t h y r u s n i s s o l i a angegeben habe. Sie stehen nicht genau distich, wie die Untersuchung der fertigen Pflanze vermuthen lässt, sondern divergieren nach dem Beschauer zu unter einem Winkel, der kleiner ist als 180°. Die

*) Vergl. auch die Lage von f^3.

erste Entstehung beweist daher, dass wir der Anlage nach in Lathyrus aphaca kein distiches System vor uns haben, sondern ein dorsiventrales, welches erst dadurch, dass der ganze Spross zwischen die grossen laubigen Stipeln eingeschlossen wird, ein distiches Ansehen gewinnt. Noch deutlicher wie die Blätter offenbaren die Blüthenanlagen (Taf. X, Fig. 5), deren Symmetralen mit den Medianen der Blätter zusammenfallen, die Abweichung von der opponierten Stellung.

Die Entwicklungsgeschichte des Blüthenstandes giebt uns einen Aufschluss über die Stellung der Blüthen an der Pflanze vor der Anthese. Ich habe oben schon gesagt, dass dieselben nicht die gewöhnliche achselständige Lage aufweisen, sondern dass sie nach den grossen Stipeln hin, nach formal morphologischer Aus drucksweise verschoben sind. Alle dorsiventralen Vicieen weisen nämlich bei genauer Betrachtung an jedem Blatte ungleich grosse Stipeln auf. Wenn auch nicht in sehr auffallendem Masse, so doch wohl erkennbar, trifft dieses Verhalten auch für L. aphaca zu. Indem nun die Blüthe die oben beschriebene Lage einnimmt, kommt sie zwischen die hintere Stipel und den ganzen Complex von Blättern und Blüthen zu stehen, die jüngeren Datums sind, und indem sie die Lage niemals verändern kann, muss sie auch später, so lange sie noch von den Blättern eingeschlossen wird, zwischen der grossen Stipel und der Axe gesehen werden. Die Stellung der Blüthe ist also eine mechanische Nothwendigkeit und hängt mit dem ganzen Sprossaufbau innigst zusammen.

Der Raum zwischen den Insertionsstellen zweier Blätter ist auf der Vorderseite d. h. derjenigen, nach welcher der Vegetationskegel gelegen ist, kleiner als auf der Rückseite. Auch diese Differenz habe ich durch die Contaktverhältnisse zu begründen versucht. Die Stipeln haben desshalb auf der letzteren die Möglichkeit, sich in höherem Masse an der Basis auszudehnen als auf der ersteren. Mir ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass die so eigenthümliche Grössenverschiedenheit nur aus dieser Ursache abzuleiten ist.

Es würde nun noch die Frage aufzuwerfen sein, ist nach der Entwicklungsgeschichte das Achselprodukt aus dem Blatte für eine Einzelblüthe anzusehen, oder ist es für einen Blüthenstand zu halten? Die Antwort kann keine entschiedene sein, denn die erste Anlage spricht für eine Einzelblüthe, es ist keine Axe vorhanden, aus der sie sich ausgliedert, der kleine Höcker, welcher für das Axenende angesprochen wird, entsteht aus dem Blüthenstielchen erst später. Andererseits spricht aber die Lage des ersten Kelchblattes in der That gegen die Meinung, dass eine einfache axilläre Blüthe vorhanden sei. Die Stellung dieses Blattes ist allerdings durch den Contakt bedingt,

denn das Primordium kann sich nur nach hinten strecken und dort so erheben, dass die Oberfläche desselben nach dem Tragblatte zu abschüssig wird. Der höchste Punkt am Primordium erzeugt aber immer bei den Papilionaceen das erste Blatt. Wäre die Blüthe ein rein axillärer Blüthenspross, so würde sie als invers normal, durch den Contakt bedingt, zu erklären sein.

Die Thatsache, dass zuweilen, wenn auch recht selten, so doch von mir wiederholt beobachtet, an Stelle einer Blüthe deren zwei an dem Stiele befestigt sind, spricht nun entschieden zu Gunsten einer Inflorescenz. In Taf. X, Fig. 6 habe ich das Bild, welches der Gipfel eines Sprosses bietet, bei dem regelmässig Blüthenpärchen beobachtet wurden, wiedergegeben. Wesentliche Veränderungen kommen an demselben nicht vor, wir sehen nur, dass in der Achsel von f^1 zwei Blüthen befindlich sind, deren Mitten durch eine Centrale verbunden werden können, die durch die Mediane von f^1 geht. An *v* wird soeben das Primordium fl^3 durch eine nach aussen convexe Curve abgetrennt, welches die erste Anlage der Inflorescenz darstellt; auf der anderen Seite ist ein weiter entwickeltes vorhanden. Es ist mir aus später zu besprechenden Gründen in hohem Masse wahrscheinlich, dass die beiden Anlagen für die Blüthen aus dem gemeinschaftlichen Primordium durch eine zur Mediane des Tragblattes senkrechte Furche von einander gesondert werden. Das Material war aber zu sparsam, als dass ich über diesen Vorgang genauen Aufschluss erlangen konnte.

Die von dem Blatte abgewendete Blüthe gelangt früher zur Entwicklung, als die vordere. Sie hat genau dieselbe Kelchstellung wie eine Einzelblüthe von Lathyrus aphaca und sie muss, wie aus dem Studium des Contaktes hervorgeht, die gleiche besitzen, denn die Anlagebedingungen sind in beiden Fällen übereinstimmend. Die vordere ist umgekehrt orientiert. Sie verhält sich aber auch im Contakte wie eine gewöhnliche Papilionaceenblüthe, bei der die grössere Blüthe als dorsaler Contaktkörper fungiert, während das Tragblatt der Inflorescenz den Vordercontakt ausmacht. Das Höckerchen unterhalb der Blüthe, welches als Axenende betrachtet wird, befindet sich an der vorderen Blüthe und sitzt wie gewöhnlich auf der Seite unter den oberen paarigen Kelchblättern. Der Bau der Sprosse von Lathyrus aphaca L. bringt nun auch eine ganze Reihe anderer dem Verständnisse näher, deren Analyse zu den schwierigsten Aufgaben gehört, welche die Entwicklungsgeschichte überhaupt stellt. Die zweiblüthigen Lathyrus-Arten verhalten sich in ihrem Aufbau ganz der Ausbildung von Lathyrus aphaca gemäss. Ich habe Lathyrus Tingitanus L. und L. clymenium L. genauer studiert und theile eine Figur der ersteren

mit, in der die Entstehung der beiden Blüthen durch Furchung eines Primordiums senkrecht zur langen Axe desselben sichtbar ist (Taf. X, Fig. 7).

Diejenigen dorsiventralen Vicieen, welche mit reichblüthigen Inflorescenzen ausgestattet sind, verfolgen genau denselben Entwicklungsgang. In Taf. X, Fig. 8 habe ich einen Sprossgipfel von Lathyrus latifolius L. dargestellt, der auf das Klarste zeigt, dass die beiden letzten Blätter wiederum nach vorn convergieren, d. h. nach der Seite hin, an der sich die kleineren Nebenblätter befinden, während die Achselsprosse durch convexe Bögen aus dem Vegetationskegel abgeschnitten werden und von Anfang an ein wenig excentrisch nach den grossen Stipeln zu gelegen sind*). Später treten sie noch weiter über dieselben, indem der Scheitel des Primordiums sich wieder in der Richtung dehnt, in welcher die Streckung der Blüthe von Lathyrus aphaca statthatte. GOEBEL hatte also vollkommen Recht, wenn er betonte, dass die Lage der aus der Mediane der Tragblätter verschobenen Inflorescenzen aller dieser Vicieen von Anfang an bereits excentrisch wäre und dass die Excentricität nicht erst durch Verdrängung unter dem Einflusse der Laubsprosse, die später fast ganz regelmässig in der Mediane gefunden werden, hergestellt würde. Diese Knospe erscheint erst längere Zeit nachher und ist im Verhältnisse zur Inflorescenz von so geringer Grösse, dass sie eine solche Verschiebung nicht bewirken kann. Ihre collaterale Stellung dürfte vielmehr dadurch erklärt werden, dass sie den freien Raum zwischen der Inflorescenz und der kleinen Stipel besetzt. Bei allen denjenigen Vicieen, die durch einen aufrechten Wuchs und spiral gestellte Inflorescenzen ausgezeichnet sind, liegt der Blüthenstand ausnahmslos in der Mediane des Blattes und die Beiknospe hat eine untere seriale Stellung. Das primäre Organ ist also, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, der Blüthenstand und dessen Disposition zum Tragblatte bedingt den Ort, welchen die Beiknospe einnehmen kann. Der klarste Beweis dafür, dass die Beiknospe nicht verdrängend wirkt, wird aber durch die Thatsache gegeben, dass die excentrische Stellung der Inflorescenz auch bei solchen kletternden Vicieen gefunden wird, die überhaupt keine Beiknospe hervorbringen.

Dieser Entstehungsmodus der Vicieenblüthenstände erklärt uns auch die Erscheinung, dass die Beiknospen von Medicago, worauf zuerst URBAN**) aufmerksam gemacht hat, collateral sind. Indem

*) Die Fig. 8 ist gegen Fig. 5 umgekehrt gezeichnet; soll sie in die gleiche Lage mit ihr gebracht werden, so müssen die kleinen Nebenblätter *kl St* auf den Beschauer zu gewendet werden.

**) URBAN bei EICHLER in Jahrb. Berl. bot. Gart. I. 186.

dieses Vorkommen ganz allgemein den dorsiventral gebauten Sprossen der Papilionaceen eigen ist, ergiebt sich, dass die collateralen Beiknospen in dieser Familie eine viel grössere Verbreitung haben, als man gewöhnlich meint. Treten noch weitere derselben hinzu, so dass mehrgliedrige Sprossschaaren entstehen, so brechen diese immer aus dem lange Zeit meristematisch bleibenden Blattgrunde hervor, indem durch interkalare Einschaltungen zwischen Blatt und Beiknospe Raum für die folgenden geschaffen wird; diese stehen dann in zickzackförmiger Ordnung, jede neue schaltet sich zwischen die 2 zunächst vorausgehenden Organe ein.

Die Inflorescenzen der meisten in dieser Weise sich ausgliedernden Papilionaceensprosse haben, sobald sie mit zahlreicheren Blüthen versehen sind, vollkommen dorsiventralen Bau. Ich habe nun auch die Frage ins Auge gefasst, ob sich die Thatsache, dass die Blüthen nur auf einem Theile der Spindel erscheinen, durch die bestehenden Contaktverhältnisse erklären lässt. Die Ansicht, dass die Drucke auf den beiden Seiten der Spindel verschieden seien, ist zu wiederholten Malen vorgebracht, wenn sie auch, wie Goebel*) richtig hervorhebt, nicht genügend begründet worden ist. Der letztere selbst meinte, dass man dafür ein causales Verhältniss zur Zeit nicht angeben könnte.

Wenn man die jüngeren Blüthenstände betrachtet, so findet man, dass sie in eigenthümlicher Weise über einander geschichtet sind und dass sich die ältere immer über die jüngeren hinwegbiegt. Löst man die erstere vorsichtig ab, sodass die darunter befindlichen in ihren gegenseitigen Lagen nicht verändert werden, so kommt man endlich auf diejenige, welche eben ihre Blüthen anlegt. Während nun die weiter entwickelten sich nicht eng an einander schliessen, liegt diese dem nächst jüngeren Primordium so dicht auf, dass sie dasselbe umwächst und auf der ihm zugekehrten Seite eine deutliche Depression zeigt (Taf. X, Fig. 9). So weit die Berührung mit dem darunter befindlichen Primordium reicht, bringt die Inflorescenz keine Blüthen hervor, während sich die von jenem abgewendete Seite mit solchen beladet. Aus dieser Beobachtung meine ich nun den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Anlage von Blüthen überall dort geschieht, wo Platz vorhanden ist. Mangelt derselbe, indem die Berührung mit dem vorausgehenden Körper zu eng ist, so werden auch keine Blüthen erzeugt. Es scheint mir nicht unbedingt unrichtig, diese Thatsache dadurch zu erklären, dass der Druck, welcher gegen die berührte Seite von dem nächsten Inflorescenzprimordium ausgeübt wird, zu

*) Goebel in Arbeiten des botanischen Instituts zu Würzburg II. 406.

gross ist, als dass Blüthen dort erscheinen könnten. Wenn dann das mit Blüthen besetzte Primordium sich hebt, wird das darunter liegende von der Berührung befreit und kann seinerseits Blüthen hervorbringen. Die Fähigkeit aber, weitere Anlagen zu erzeugen, muss dem vorigen Inflorescenzkörper verloren gegangen sein, sonst würde sich auch die Rückseite mit Neubildungen bedecken.

Wenn nun ein Theil des Primordiums an der Spitze diese enge Berührung nicht erfährt, und dies ist, wie ich mich überzeugt habe, bei Vicia pisiformis L. der Fall, so erscheinen an dem unberührten Theile allseitige Blüthenanlagen.

Dass nun die enge Auflagerung der Primordien die Ausgliederung von Blüthen auf der Berührungsseite hemmt, wird indirekt dadurch bewiesen, dass solche Pflanzen, welche schon in sehr frühem Zustande die Inflorescenzanlagen aus der Nachbarschaft der übrigen entfernen, auch allseitig an dem Inflorescenzprimordium Blüthen entwickeln: Taf. X, Fig. 10 giebt eine Sprossspitze von Trifolium aureum L. wieder, an der man deutlich sehen kann, dass die veränderten Contaktverhältnisse eine radiäre Inflorescenz bedingen.

Gehe ich jetzt zu der Entwicklungsgeschichte der Blüthe über, so kann ich nach meinen sehr zahlreichen Untersuchungen an vielen Lathyrus- und Vicia-Arten mittheilen, dass ich folgende Entstehung beobachtet habe. Der Vegetationskegel hebt sich ein wenig auf derjenigen Seite, welche dem Tragblatte zugekehrt ist und bringt hier superponiert zum letzteren das erste Kelchblatt hervor, dem sich in aufsteigender Folge, also nach der Axe zu 2 weitere Kelchblattpaare successive anschliessen. Über demselben entsteht noch vor dem Erscheinen des letzten Sepalenpaares ein eigenthümlicher Ringwall aus dem Blüthencentrum, der von vorn nach hinten vorschreitend sehr schnell den Scheitel der Blüthe umzirkelt. Zwischen den Kelchblättern beobachtet man auf ihm nicht selten sehr flach rinnenförmige Depressionen, die ihn am Rande seicht einkerben. Auf ihm bildet sich, ohne dass eine Lappung des Blüthenbodens, also eine Andeutung der Petalenbildung zu beobachten ist, vor dem ersten Kelchblatte ein erstes Staubgefäss, an das sich in absteigender Reihe wieder zwei Paare anschliessen. In dem nunmehrigen Blüthengipfel ist jetzt in sofern eine Gestaltveränderung eingetreten, dass er für sich die gleiche Abschüssigkeit zeigt, die ehedem das ganze Primordium, als es noch ungegliedert war, besass. Der gehobene Hügel fällt auf das erste Kelchblatt zu unter einem sehr steilen, auf die Lücke zwischen den beiden letzten, hintersten Sepalen zu mit minder steilem Winkel ab. Unterhalb des Scheitels tritt nun, nach dem Erscheinen des ersten Staubgefässes, mitunter auch erst nachdem bereits

ein seitliches Paar sich jenem zugesellt hat, ein wiederum von vorn nach hinten vorschreitender Ringwall auf: das Fruchtblatt. Mittlerweile haben sich die 5 Staubgefässe des episepalen Cyklusses eingestellt. Nun ziehen sich erst von der Basis der Staubgefässe aus die Petalen als kleine Läppchen zwischen die Kelchblätter und dicht über ihnen erfolgt die Anlage der inneren Androecealglieder, die ebenfalls von vorn nach hinten aufsteigend, wenigstens in gewissen Fällen ausgegliedert werden.

Im Ganzen stimmt diese Erfahrung mit der Darstellung, die PAYER*) von Trifolium ochroleucum L. mitgetheilt hat, überein, nur konnte ich an meinen Untersuchungsobjekten die Petalen nicht so früh deutlich nachweisen wie er.

Von den anderen Autoren will ich noch ROHRBACH, besonders aber FRANK hervorheben, die sich beide sehr eingehend mit der Frage der Blüthenentwicklung bei den Papilionaceen beschäftigt haben und bis auf kleine Nuancen die gleichen Resultate erhielten. Als ein Muster peinlicher Beobachtung kann ich die Arbeiten FRANK's hinstellen, die desswegen noch das erhöhte Interesse verdienen, weil er eine theoretische Erörterung daran geknüpft hat, auf welche ich bereits bei einer früheren Gelegenheit eingegangen bin, die aber an dieser Stelle nochmals in Erwägung gezogen werden muss. Er meinte, dass die Anlagefolge der Glieder in der Papilionaceenblüthe, soweit er sie untersuchte, von der akropetalen, die er als ein Naturgesetz zu betrachten geneigt war, nicht abwiche: »Wir haben**) vor allem zu beachten«, drückte er sich aus, »dass die, die ersten Blattanlagen erzeugende Bildungsthätigkeit der Blüthenaxe in zwei verschiedenen Richtungen gleichzeitig, aber mit ungleicher Geschwindigkeit in beiden fortschreitet. Die eine ist die gewöhnliche longitudinale, ... die andere eine transversale, indem die Glieder nicht simultan angelegt werden, sondern in nach hinten fortschreitender Aufeinanderfolge.«

Er stützte diese Ansicht zunächst dadurch, dass er die von HOFMEISTER***) und URBAN†) behauptete Entstehung des Fruchtblattes vor dem ersten Staubgefässe als irrthümlich nachwies, eine Berichtigung, die bereits für Astragalus, an dem HOFMEISTER die Thatsache wahrgenommen hatte, von ROHRBACH gegeben worden war, der seinerseits wieder diesen Entwicklungsmodus für Lupinus behauptete. Es kann

*) PAYER Organogénie de la fleur t. 104.

**) FRANK in PRINGSHEIM's Jahrbüchern X. 213.

***) HOFMEISTER Allgemeine Morphologie 464 u. 466.

†) URBAN in Sitzungsber. der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin 1873.

ein Zweifel darüber nicht bestehen, dass FRANK vollkommen Recht hatte, wenn er behauptete, dass regelmässig das Fruchtblatt später entsteht, wie das erste Staubgefäss; ich möchte fast glauben, dass die Beobachter, welche das entgegengesetzte Verhältniss gesehen haben, durch den sanften Wall, welcher nach den ersten Kelchblättern aus dem Vegetationskegel hervortritt und auf dem die Staubgefässe erscheinen, getäuscht worden sind.

Wenn nun FRANK meinte, dass für jede einzelne Orthostiche durch die 5 Kelchblätter die akropetale Folge eingehalten wird, so möchte ich ihm beistimmen, denn meines Erachtens muss man den Scheitel der Blüthe in der Mitte derselben auf der Höhe des Körpers suchen, der das Fruchtblatt erzeugt, und nicht an dem Punkte, wo die Blüthe die Axe berührt. Auch für die Kalotten des inneren Staminalkreises wird man vielleicht noch die akropetale Folge festhalten dürfen, obschon hier die Entscheidung schon kritisch wird. Diese sind kleiner als die episepalen und treten über den inneren Berührungskreis der grossen Staubgefässprimordien nicht hervor. Vermöge des kleineren Durchmessers muss an jedem der kleineren Primordien der Mittelpunkt des Insertionskreises höher gelegen sein, als der der benachbarten grossen Primordien.

De Interkalation der Petalen scheint aber nach meinen Beobachtungen sicher zu sein, und sie hat auch, nachdem die spätere Einschaltung gegen das Gesetz der akropetalen Folge bereits in so vielen Fällen nachgewiesen worden ist, nichts abnormes mehr. Die Blätter treten nach meinen Beobachtungen später aus dem Blüthenkörper hervor, als die Glieder des ersten Staubgefässkreises; da sie in der völlig entwickelten Blüthe ausserhalb der Peripherie der letzteren stehen, so müssen sie auch ausserhalb derselben den Platz ihrer ersten Insertion haben, denn Verschiebungen von einer inneren Stelle nach aussen finden in der Entwicklung der Blüthen real nicht statt und sind auch, wie ich nachgewiesen zu haben glaube, unmöglich.

Ich würde übrigens nichts überraschendes darin sehen, wenn es Papilionaceen gäbe, bei denen die Lappung des Blüthenbodens nach der Kelchanlage stattfinden würde, welche wir so oft schon als das erste Zeichen der Petalenanlage kennen gelernt haben; es handelt sich nur darum, zu betonen, dass diese Entstehung in der gewöhnlichen Reihenfolge keine zwingende Nothwendigkeit hat. Man würde sie bei solchen Arten suchen müssen, die sehr tief getheilte Kelchzipfel besitzen, bei denen also die Wahrscheinlichkeit vorliegt, dass der Verband der Kelchblätter durch gemeinschaftliche Schaltstücke erst später erfolgt. Muthmasslich liegt nämlich, analog dem gleichen Verhältnisse bei Calceolaria, die Verhinderungsursache in

dem Umstande, dass der Kelchbecher das Zwischentreten der Lappen nicht gestattet.

Bezüglich der theoretischen Interpretation der Papilionaceenblüthe, so nehmen die formalen Morphologen an, dass dem Kelche, welchem zwei seitliche Vorblätter vorausgehen, eine $^{2}/_{5}$-Spirale zu Grunde liegt und dass das genetisch erste Kelchblatt vorn sich befindet. Was den ersten Punkt anbetrifft, so hat Rohrbach die von Hofmeister geäusserte Ansicht, den Papilionaceen gingen die Vorblätter überhaupt ab, als unrichtig widerlegt.

Die Stellung des Kelches mit dem genetisch ersten Kelchblatte vorn am Tragblatte weicht von den gewöhnlich bei den pentameren Blüthen vorkommenden Verhältnissen ab. Sie wird dadurch »erklärt«, dass man annimmt, die im Braun'schen Sinne hintumläufige Blüthe werde durch eine Prosenthese von $\frac{3+\frac{3}{4}}{5} = \frac{3}{4}$ eingeleitet. Da eine solche Annahme stets 2 seitliche Vorblätter voraussetzt, so werden dieselben in den häufigen Fällen, wo sie fehlen, für abortiert angesehen und im Diagramme ergänzt.

Die vermeintliche Erklärung ist keine, sie giebt nur eine mathematische Relation über die Divergenz zweier Blätter, nämlich von β zu s^1 wieder, erklärt aber die Stellung von s^1 nicht. In gleicher Weise kann die Annahme, dass das eine der hinteren Kelchblätter das genetisch zweite sei, keinen Anspruch auf Anerkennung machen, sobald man unter Genesis wirklich die Entstehungsfolge versteht.

Wir können die Ursache, dass s^1 superponiert über dem Tragblatte entsteht, nur in der Gestalt des Primordiums finden, welches durch ein vorn gefördertes Wachsthum gehoben und nach hinten zu abschüssig wird. In der Weise, wie die Wachsthumsenergie abnimmt, treten successive die Kelchblätter aus dem Primordium hervor. Die Besonderheit, ein so gestaltetes Primordium zu erzeugen, gehört den Papilionaceen ausnahmslos zu und ist vorläufig als Thatsache hinzunehmen, da eine weitere Verfolgung der Causalreihe zur Zeit nicht möglich ist. Dass in der Umgebung der Blüthe die jenem Vorgange entsprechenden Dehnungen vor sich gehen müssen, welche die Erhebung erlauben, ist durchaus zweifellos. Die Anwesenheit der Vorblätter ist für die Bestimmung des Ortes, an welchem das erste Kelchblatt erscheint, ohne Bedeutung, da der Verlauf der Blüthenentwicklung gleich ist, die Blätter mögen vorhanden sein oder sie mögen fehlen. Ihre Ergänzung wird also wie bei den Labiaten, Scrophulariaceen, Lobeliaceen nicht nothwendig erfordert.

Ich habe oben darauf aufmerksam gemacht, dass die Entwicklungsgeschichte der theoretischen Interpretation des Papilionaceen-

kelches nicht das Wort redet. Die Aestivation der Kelchzipfel ist entweder offen, oder die Entstehung entsprechend aufsteigend. EICHLER gab selbst zu, dass die Annahme, die beiden dorsalen Kelchabschnitte seien s^2 und s^5 »rein theoretisch«, wäre, sie würde indess »durch vielfache Beispiele bei den Caesalpiniaceen unterstützt, wo diese Spirale sowohl im fertigen Zustande als entwicklungsgeschichtlich vor Augen tritt«. Ich habe, um diese Angelegenheit zu prüfen, einige Arten der Gattung Cassia, bei welcher durchgehends die erwähnten Verhältnisse vorausgesetzt werden, untersucht.

Wir besitzen bereits eine Mittheilung über die Blüthenentwicklung der Cassia Marylandica L. von ROHRBACH.*) In dieser Arbeit machte der sorgfältige Beobachter bekannt, dass er die Ausgliederung der Kelchblätter der Knospenlage gemäss gefunden hätte.

Völlig übereinstimmend ist indess der Anlagemodus, wenigstens nach meinen Untersuchungen an Cassia schinifolia DC., nicht. Die Pflanze erzeugt in der Achsel von dichtgedrängten, verkleinerten apicalen Blättern Infloreseenzen, welche mehrere, von je einem Tragblatte gestützte Blüthen zeigen. Die ersten derselben erscheinen in transversaler Stellung an einem quergedehnten, elliptisch geformten Vegetationskegel; durch die Abrundung des letzteren nach vorn gelangen die beiden Primärblätter mit ihren Achselprodukten in axoskope Convergenz. Der Vegetationskegel bleibt stark deprimiert und desshalb werden Anlagebedingungen geschaffen, welche mit denen von Lobelia in Parallele gestellt werden können. Das jüngste Blatt f^n, das am Vegetationskegel hervortritt, stellt sich immer zwischen f^{n-3} und f^{n-2}, indem dort das ganze System die grösste Lücke bietet (Taf. X, Fig. 19 und 20). Das Blüthenprimordium wird ebenfalls wie bei Lobelia durch eine Furche, die parallel mit dem Blatte verläuft, vom Vegetationskegel abgetrennt. Sie wächst in das kappenförmig gewölbte Tragblatt hinein und erzeugt an dem dreiseitig gewordenen Primord ein vorderes, superponiertes, erstes, sich sehr schnell erheblich vergrösserndes Kelchblatt. Mittlerweile verbreitert sich das Primord an der von dem Tragblatte abgewendeten Seite (Taf. X, Fig. 20, fl^2) und legt im Contakte mit der Axe rechts und links nach hinten zu zwei neue Kelchblätter simultan an (Taf. X, Fig. 19 fl). Aber nur das eine von ihnen und zwar bei rechtsspiral sich aufbauenden Inflorescenzen das rechte, bei umgekehrt geordneten das linke füllt den Raum zwischen dem ersten Kelchblatte und seiner eigenen Insertionsmitte vollkommen aus. Das andere bleibt bedingt durch den Contakt viel kleiner. Die Strecken, welche noch frei

*) ROHRBACH in Botanische Zeitung 1870. n. 51.

geblieben sind, nämlich die zwischen s^1 und dem kleinen des ersten Paares und die zwischen dem Paare selbst, rückwärts an der Berührungsstelle mit der Axe, werden später von 2 weiteren Sepalen, in deren Entstehung ich ein Zeitintervall nicht wahrzunehmen vermochte, besetzt.

Dies ist der Entwicklungsgang an einer vorblattlosen Cassia; wie er bei den Arten mit Vorblättern, also z. B. bei der Cassia Marylandica sich vollzieht, vermag ich nicht anzugeben. Wenn auch die Untersuchungen Rohrbach's sehr genau sind, so kann ich doch aus den Zeichnungen von Blüthen, die aus dem Contakte gelöst sind, kein genügendes Urtheil über den Hergang gewinnen. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass die Vorblätter auch hier, wie bei Lobelia die Kopfdrüsen, die Ausbildung nicht beeinflussen.

Bereits vor mehreren Jahren hatte ich Gelegenheit, eine grosse Reihe von getrockneten Formen dieser artenreichen Gattung zu studieren, und schon damals hatte ich beobachtet, dass diejenige Gruppe, welche man unter dem Namen Chamaecrista zusammenfasst, durchaus andere Stellungen der Kelchblätter zeigte. Wenn zwar diese Pflanzen, wie Cassia mimosoides L., C. chamaecrista L. u. A. zu den häufigen Unkräutern der Tropenzone gehören, so gelang es mir doch nicht, frisches Material zu bekommen, um meine Beobachtungen bestätigen und sie durch die Entwicklungsgeschichte vertiefen zu können. Neuerdings habe ich aber C. glandulosa L., die in die Verwandtschaft der erwähnten Arten gehört, genauer studieren können und Verhältnisse gefunden, die der Beachtung werth scheinen.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung fällt an der Pflanze die Besonderheit auf, dass die Blätter zweizeilig angeordnet stehen und dass die Stengel jene sanfte Krümmung zeigen, welche Gewächsen mit dorsiventralen Blattsystemen (Tilia-, Grewia-, Ulmus-, Carpinuszweige, Sida carpinifolia L.) eigen ist. Wie bei jenen bieten die grossen starknervigen Stipeln zwei verschiedene Verhältnisse, die bodenwärts blickenden sind kleiner, wie die zenithwärts gewendeten. Die Blüthen sind zu kleinen Inflorescenzen vereinigt, welche durch eine interkalare Dehnung aus dem Achselgrunde des Blattes ein wenig an der Axe emporgehoben hervorbrechen; während eine Laubknospe unmittelbar im Grunde sitzt. Die letztere entwickelt sich erst später oder bleibt immer unausgebildet. Die Blüthen sind zweizeilig an einer verkürzten Axe befestigt; sie werden von Tragblättern gestützt und von zwei ungleich hoch inserierten Vorblättern begleitet.

Fassen wir nun eine bestimmte Blüthe ins Auge, wobei wir die Inflorescenz gerade vor uns halten, sodass also das Laubblatt ebenfalls auf uns zugewendet ist, und nehmen wir an, diese Blüthe liege in

dem zweizeiligen Systeme rechts, so befindet sich das untere α-Vorblatt stets links von dem Specialtragblatte, das seinerseits rechtwinklig oder ungefähr um 90° gegen die Mediane des Laubblattes divergiert. Das β-Vorblatt liegt mithin rechts, beide sind deutlich axoskop convergent, d. h. sie sind vom Tragblatte aus gesehen nach hinten zusammengeschoben. Wie aus der dorsiventralen Anordnung hervorgeht, bieten in dieser Rücksicht die linken Blüthen das Spiegelbild zu den rechten; bei ihnen ist das α-Vorblatt rechts gelegen, das β-Blatt links und wir müssen erwarten, dass bei spiraler Anordnung des folgenden Cyklusses die vorhandene Antidromie weiter fortgesetzt wird.

Schon die Anwesenheit zweier axoskop convergierenden Vorblätter in Verbindung mit der zweizeiligen Anordnung der Blüthen legte mir die Wahrscheinlichkeit nahe, dass sich der Aufbau unter anderen Bedingungen vollziehen müsste als bei Cassia schinifolia A. DC. mit ihrer corymbösen Inflorescenz, und die relativ grossen Vorblätter liessen mich vermuthen, dass der Kelch diejenige Disposition zeigen könnte, welche den aktinomorph-pentameren Blüthen mit 2 axoskopen Vorblättern eigenthümlich war. In der That fand ich auch aus der Deckung der Sepalen, dass das unpaare und zwar zweite Kelchblatt dorsal median zum Tragblatte gelegen war und dass s^1 und s^3 sich vorn befanden, jenes auf α, dieses auf β zu.

Wenn die Blüthen sich entfalten, so fallen sie auf dem langen Stiele befestigt ungefähr über ihr eigenes Tragblatt, bezüglich der ganzen Inflorescenz etwas nach rückwärts gewendet über.

Was die Entwicklungsgeschichte der Blüthe von Cassia glandulosa anbetrifft, so entsteht das Primordium der Inflorescenz unterhalb des nächsten über ihm befindlichen Blattes. Durch die Wölbung der Basis desselben, welche das Tragblatt des Primordiums wegdrückt, entsteht eine Nische und in dieser bemerkt man einen transversal gestreckten, im Querschnitte fast elliptischen Vegetationskegel, der nach dem uns bekannten Gesetze und zwar succedan zwei Blätter ausgliedert, die ersten und untersten einer Inflorescenz. Das erste Blatt schien mir immer das auf der Lichtseite zu sein, es wäre also stets nach der grossen Stipel zu gelegen. In den Achseln der Blätter erscheinen wieder zu ihnen quergedehnte, im Verhältnisse zum Vegetationskegel sehr kräftige Primordien, die Anfänge der Blüthen. Sie werden zuerst von dem Tragblatte allseitig umfasst, bald aber erheben sie sich und man bemerkt, dass die Seite, welche von der Spitze der Inflorescenz abgewendet ist, bessere Wachsthumsbedingungen gewährt, als die gegenüberliegende; an ihr entsteht zuerst ein

Blatt (α), dann erscheint ein zweites auf der anderen Seite (β). Die lange Axe der Ellipse steht nicht, wie zu erwarten wäre, auf der Mediane des Tragblattes senkrecht, sondern schneidet sie unter einem schiefen Winkel, so zwar, dass der vordere grössere Theil auf α zugekehrt ist. Nun rundet sich das Primord durch ein vorn gefördertes Wachsthum zu einem im Querschnitte ungefähr kreisförmigen Körper ab; diese Veränderung bedingt die axoskope Convergenz von α und β und entsprechend den hierdurch gebildeten Lücken gliedern sich in spiraler Anlage zunächst 3 Kelchblätter aus, von denen s^1 bei α, s^2 dorsal median, s^3 bei β liegt. Die beiden letzten Sepalen schalten sich in Normalstellung, wie ich glaube, simultan ein. Ob nun sogleich die Blumenblätter auftraten, vermochte ich nicht klar zu entscheiden, wohl aber sah ich, dass zu gleicher Zeit vor den Kelchblättern s^1, s^3 und s^5 drei Staminalkalotten erschienen, denen sich zwei weitere vor s^2 und s^4 anschlossen. Die ersten wachsen sehr bald über ihre Genossen, nebst den 5 dazwischen entstehenden hinweg und zwar bemerkt man, dass die Grössen etwa abnehmen symmetrisch zu einer Ebene, die durch s^3 geht. Namentlich in späteren Entwicklungszuständen ist aber die Seite auf s^1 zu, wenn auch wenig so doch merklich gefördert, wie man erkennt, sobald man das Staubblatt vor s^1 mit dem vor s^5 vergleicht.

Sehr früh, vor der Anlage der 2 hinteren Staubgefässe des äusseren Cyklusses erhebt sich ein steiler Kegel, das Karpid. Untersucht man nun die Lage der dorsalen Furche, um aus ihr die Symmetrale dieses Körpers zu ermitteln, so findet man, dass die Ebene, welche das Karpid in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften theilt, nicht mit der durch s^3 zusammenfällt, sondern das Staubgefäss vor s^1 halbiert.

Für unsere Betrachtung ist die Blüthe von Cassia glandulosa in mehrfacher Hinsicht von Wichtigkeit. Zunächst zeigt sie, dass die Annahme eines einheitlichen Typusses für die Gattung nicht gelten kann, denn bei der einen Reihe von Arten, die durch eine corymböse Inflorescenz mit deprimiertem Vegetationskegel ausgezeichnet ist, liegt das unpaare und zwar erste Kelchblatt vorn, bei einer anderen Reihe, die durch dorsiventrale Inflorescenzen charakterisiert wird, findet es sich in median dorsaler Lage und ist das zweite. Dass die Form der Blüthenstände nicht nebensächlicher Natur ist, sondern bedingend wirkt, geht aus der Regelmässigkeit, mit der beide Verhältnisse parallel laufen, auf das unzweifelhafteste hervor. Ich habe zwar nur die zwei erwähnten Arten entwicklungsgeschichtlich untersucht, aber ausser ihnen eine so grosse Zahl von anderen Arten beider Reihen im Knospenzustande der Blüthen geprüft, dass ich mich für berechtigt

halte, den Bau der Inflorescenz und den der Blüthe in einen Causalconnex bringen zu können.

Die nähere Ursache für die $\frac{3}{2}$-Stellung der Kelche von Cassia glandulosa liegt in der Anwesenheit zweier Vorblätter und der Abrundung des Primords zu einem im Durchschnitte kreisförmigen Körper, während sich die corymbösen Arten an die Entwicklung anlehnen, die wir bei ähnlichen Inflorescenzen, wenn auch modificiert, doch in vielen Punkten übereinstimmend gefunden haben (Primula, Lobelia). Die von mir oben ausgesprochene Vermuthung, dass die Blüthen ihrer Anreihung und den mechanischen Bedingungen entsprechend bei C. glandulosa antidrom sein müssen, hat sich bestätigt. Der dorsiventrale Bau der Cassia-Blüthen tritt erst ein, nachdem der Kelch spiral angelegt worden ist und vielleicht die Blumenblätter schon erschienen sind. Durch ihn, der sich in vielen Hinsichten den Eigenthümlichkeiten der Papilionaceen anschliesst, wird die engere Verwandtschaft mit jenen documentiert. Aus diesem Umstande aber schliessen zu wollen, dass nun auch der Kelch der Papilionaceen auf das Schema der Cassiakelche reduciert werden müsse, scheint mir nicht begründet, denn welcher Typus soll gewählt werden? Hat der von Cassia Marylandica eine Bevorzugung, oder soll der invers disponierte von Cassia glandulosa in Vergleich gezogen werden?

Eine noch besonders hervortretende Eigenthümlichkeit, die ebenfalls mit der Dorsiventralität und zwar des ganzen Sprosses zusammenhängen muss, ist die sichtliche Schiefstellung des Blüthenprimords zum Tragblatte. Wir haben ähnliches bereits bei den dorsiventralen Lathyrusarten kennen gelernt, auch dort wuchs das Primord vorzüglich in die Lücken, welche sich rückwärts von der Inflorescenzspitze abgewendet aufthun müssten, wenn sie nicht durch Neubildungen ausgefüllt würden. Diese Seite ist eigenthümlich begünstigt, denn hier entsteht das erste Vorblatt und s^1, ferner liegen auf ihr die geförderten Staubgefässe.

Die oben erwähnte Lage des Primords zum Tragblatte bedingt auch naturgemäss eine Schiefstellung der ganzen Blüthe, die sich sehr leicht in der Disposition der Vorblätter erkennen lässt. Legt man nämlich eine mit dem Tragblatte versehene Knospe so, dass der Rücken des ersteren auf der Unterlage ruht, so wird die letztere, welche von den Flanken der Bractee seitlich umfasst ist, von α fast ganz zugedeckt. Tritt die Blüthe in die Anthese, so braucht sie nur nach vorn, also von der Inflorescenzspitze abgewendet, überzufallen, und sie hat nicht nöthig, irgend eine Wendung zu machen, um die

charakteristische Aufhängung zu erhalten. Neben den Gestalten, die ich jetzt besprochen habe, wachsen in Brasilien und West-Indien noch eine Reihe von Formen der Gattung Cassia, die durch echt axilläre oder nur wenig emporgehobene Einzelblüthen ausgezeichnet sind: Cassia uniflora, basifolia, macrophylla, curvifolia Vog. Desvauxii Coll., Langsdorffii Kth. etc. Im Knospenzustande sind die Blüthen derselben ausserordentlich stark seitlich, d. h. in der Mediane des Laubblattes zusammengedrückt, und in der Anthese fallen sie über jenes, so weit ich wenigstens an trockenem Materiale erkenne. Dabei entbehren sie aber keineswegs eines speciellen Tragblattes, auch 2 Vorblätter kommen ihnen zu und dementsprechend scheint auch die Disposition des Kelches zu sein. Besondere Eigenthümlichkeiten müssen bei ihnen aber obwalten und es wäre sehr empfehlenswerth, dieselben eingehender zu prüfen.

Schon die Betrachtung der fertigen Zustände legt bei den übrigen Caesalpiniaceen die Vermuthung nahe, dass in ihnen von einem einheitlichen Bauplane weitere Abweichungen gefunden werden dürften. Noch viel variabler würde sich die Ausbildung gestalten, wenn die Mimosaceen mit den Caesalpiniaceen in einer ähnlichen Weise in Beziehung gesetzt würden, die man gegenwärtig zwischen Papilionaceen und Caesalpiniaceen etabliert hat. Hier giebt es höchst wahrscheinlich aktinomorphe Blüthen pentameren Baues in ihrer häufigsten Disposition der Phyllome, wenigstens möchte ich für Parkia ein ähnliches Verhältniss vermuthen. Die Gattung Acacia bildet sich ganz analog den Cruciferen in der Blüthe aus und durch diese Entwicklung wird ihre orthogonale Kelchstellung begründet. Ohne Zweifel wird auch die schiefe Kreuzstellung des Kelches bei Mimosa pudica L. durch den Verfolg der Entwicklungsgeschichte in genügender Weise mechanisch erklärt werden. Sie hat den Morphologen viele Schwierigkeiten bereitet, da sie sich in das gewöhnte Schema absolut nicht einfügen wollte. Eichler*) liess die Frage, ob sich die diagonale Kreuzstellung des Kelches nach Art von Plantago und anderer pseudotetramerer Labiatifloren durch Unterdrückung resp. Verwachsung auf der Blüthenrückseite aus ursprünglicher Pentamerie oder »durch eine veränderte Prosenthese« erkläre, offen. Es giebt nur ein Mittel, wodurch eine Einsicht in alle diese Verschiedenheiten gewonnen wird, das Studium der Entwicklung der Blüthen unter Berücksichtigung der Contakte und der Gestaltveränderungen, welche das Primordium im Laufe der Ausbildung erfährt. Die Resultate, welche dieser Methode entspringen, werden, nachdem sie

*) Eichler Blüthendiagramme II. 524.

gehörig geprüft und als wahr erfunden worden sind, Thatsachen ergeben, die von Werthurtheilen, welche aus Meinungen entspringen, unabhängig sind und demgemäss einen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit und Anerkennung machen dürfen.

Zusammenfassung.

Meine Darstellung über den Anschluss in den Blüthen konnte sich naturgemäss nicht auf ein blosses Referat meiner eigenen Beobachtungen beschränken, ich musste vielmehr stets die bisher geltenden Meinungen in Rücksicht ziehen. Aus dieser Discussion entsprang stückweise eine Kritik der ganzen Spiraltheorie in den Blüthen und es wird demgemäss nothwendig sein, die Zusammenfassung der von mir gewonnenen Resultate nach einem doppelten Gesichtspunkte zu geben. Auf der einen Seite werde ich mich der Aufgabe zu unterziehen haben, die von mir gegen die Spiraltheorie erhobenen Entgegnungen in einer zusammenhängenden Kritik zu entwickeln, und dann werde ich mich der Pflicht entledigen, die dissoluten Einzelheiten meiner positiven Resultate in eine gedrängtere und übersichtlichere Form zu giessen.

Die BRAUN-SCHIMPER'sche Blattstellungstheorie war den Aussagen ihrer Urheber zufolge eine genetische, d. h. auf die Entwicklung der Blätter gegründete. Obschon sie die von ihnen aufgestellten Thesen nicht durch die Untersuchungen der Vorgänge am Vegetationskegel geprüft hatten, übertrugen sie doch die für die Laubsprosse entwickelten Gesetze auch auf die Blüthensprosse. Die Untersuchungen HOFMEISTER's und besonders SCHWENDENER's haben gezeigt, dass die von den Gründern vorgetragenen Theoreme für die Laubsprosse nicht richtig sind. Es gilt nun nachzuweisen, ob sie für die Blüthensprosse zurecht bestehen, und zu diesem Zwecke wird im Folgenden zunächst ein Vergleich angestellt werden müssen zwischen den behaupteten Vorgängen und den wirklichen Prozessen, die sich bei dem Aufbau der Blüthen am Vegetationskegel abspielen.

Um eine bestimmte Unterlage zu gewinnen, habe ich versucht, diejenigen Thesen zusammenzustellen, welche im Allgemeinen heut zu Tage in der Blüthenmorphologie Geltung besitzen. Es sind folgende:

I. Alle Blüthen sind entweder axilläre oder terminale, extraaxilläre Blüthen giebt es nicht.

II. Alle Blüthen sind Sprosse mit spiralen Blattsystemen.

III. In allen Blüthen alternieren die Glieder der auf einander folgenden Blattcyklen: »eine Blüthe, in der noch superponierte Glieder vorkommen, ist nicht erklärt.«

IV. Alle Cyklen entstehen in akropetaler Folge, interkalierte Cyklen giebt es nicht.

V. In jedem Cyklus wird der Raum zwischen zwei Gliedern des vorhergehenden von einem einzigen Gliede eingenommen.

VI. Die Zahl der Glieder der Cyklen ist durch die ganze Blüthe constant.

VII. Alle Glieder einer Blüthe sind metamorphosierte Blätter.

Wer mit der Litteratur der Blüthenmorphologie vertraut ist, wird wissen, dass ich diese Sätze aus den verschiedensten Arbeiten zusammengelesen habe. Ich zweifle nicht daran, dass wohl kein Botaniker ihnen allen bedingungslos zustimmen wird; dem einen oder dem anderen wird wahrscheinlich von diesem oder jenem Morphologen sei es theilweise, sei es im ganzen Umfange widersprochen werden. Wieder andere Autoren könnten vielleicht auch noch einen oder mehrere Sätze hinzufügen; ich werde selbst weiter unten auf die typische Zahl der Cyklen zu sprechen kommen, von der in den Thesen keine Rede ist. Im Grossen und Ganzen aber geben dieselben das Fundament wieder, auf dem die gegenwärtige Blüthenmorphologie aufgebaut ist.

Wenn ich nun diese Sätze einzeln durchgehen und sie auf ihre Richtigkeit prüfen will, so muss ich von vornherein vorausschicken, dass die Zahl derjenigen Pflanzen, welche sich in allen Stücken als normal gebaut erweisen, welche also durch alle Cyklen den obigen Sätzen Genüge leisten, verhältnissmässig sehr klein ist. Die grössere Zahl der Pflanzen zeigt Verhältnisse, die von den theoretischen Anforderungen in einer, oft in mehreren Hinsichten abweichen. Um solche Blüthen auf die Normen zurückzuführen, ist es nöthig, den Sätzen Corollarien anzuhängen, welche die allgemeine Gültigkeit einschränken oder wie man sagt die Abweichungen erklären.

Was den ersten Satz anbetrifft, dass alle Blüthen Achsel- oder Terminalsprosse seien, so ist es hinlänglich bekannt, dass es nicht wenige derselben giebt, die nicht aus der Achsel der Blätter hervorbrechen, sondern an anderen Stellen der Axe oder auf Blattstielen, Blättern, ja selbst auf Fruchtknoten sitzen. Ich muss an dieser Stelle auch die Inflorescenzen in Erwägung ziehen, weil sich dieselben ganz wie die Einzelblüthen verhalten und weil von den Morphologen ebenfalls behauptet worden ist, dass sie niemals extraaxillär seien.

Den realen Beobachtungen zufolge liefern dafür, dass die Blüthen oder Inflorescenzen ohne Begleitung eines Blattes aus einem Theile

der Axe hervorbrechen, die Solanaceen, Borraginaceen, Lythraceen, Sapindaceen, Tiliaceen, Nymphaeaceen und manche andere Familien zahllose Beispiele. Bei den Gattungen Turnera, Tapura, Chailletia und Stephanopodium*) reiten die Blüthen auf den Blattstielen; bei Hellwingia, Polycardia, Phyllonoma, Bougainvillea, Spathicarpa, Phyllobotryum, Erythrochiton hypophyllanthus Pl. befinden sie sich auf der Blattspreite. Die Orte, welche sie einnehmen, sind dabei verschieden; die Gattungen Hellwingia und Bougainvillea tragen sie unterhalb der Mitte, Phyllonoma hat sie unterhalb der Spitze; bei Polycardia brechen sie aus einer entweder apicalen oder seitlichen Blattkerbe hervor und greifen auf die Rückseite des Blattes über. Phyllobotryum zeichnet sich vor allen ähnlichen Gewächsen dadurch aus, dass nicht blos eine einzelne Inflorescenz auf dem Blatte sitzt, sondern dass sie sich dem Mittelnerven entlang in den Achseln der Seitennerven in grösserer Zahl (bis 15 und mehr) vorfinden. Diese Blüthenstände sind wie bei Phyllonoma und wahrscheinlich bei manchen anderen dorsiventral gebaut und scheinen sich den Borragoiden anzureihen. Sämmtliche bis jetzt einzeln aufgeführte Gattungen tragen die Blüthen auf der Oberseite, Erythrochiton hypophyllanthus allein bringt dieselben auf der Unterseite des Blattes hervor.

Blüthen auf Fruchtknoten werden nur selten beobachtet. Bei den Cactaceen kommen sie in der Gattung Peireskia und zwar bei P. bleo DC. normal vor; auch sonst sind sie in mehreren Gattungen gelegentlich beobachtet worden. Ausserdem ist die Umbellifere Petagnia saniculoides Guss. dadurch bekannt, dass sie männliche Blüthen in grösserer Zahl aus dem Fruchtknoten entwickelt.

Um diese Besonderheiten zu erklären, erhält der erste Satz einen Beisatz, der heisst: alle Blüthensprosse entstehen zwar in den Achseln von Blättern, sie können aber durch nachträgliche Verschiebungen von dem Orte ihrer Entstehung entfernt werden und scheinen dann extraaxillärer Natur zu sein.

Es kann nicht der mindeste Zweifel herrschen, dass diese Behauptung in einem gewissen Masse vollkommen richtig ist. Ich habe entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen nach dieser Richtung hin bereits früher und auch in der vorliegenden Arbeit veröffentlicht, welche darthun, dass durch interkalare Schaltstücke gewisse Organe und namentlich die Knospen von dem Platze, an dem sie entstanden

*) Gemeinlich wird auch die Gattung Limnanthemum unter diesen Pflanzen genannt; nach den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Goebel in Journal du jard. de Buitenzorg IX, 120, kann dieselbe nicht an diesem Orte berücksichtigt werden.

sind, entfernt werden. Ich habe aber auch früher schon darauf hingewiesen, dass die Emporhebungen oder, wie sie gewöhnlich in der Morphologie genannt werden, die Anwachsungen nur möglich sind, wenn zwischen dem emporgehobenen Organe und dem eigentlichen Blattachselgrunde ein Zwischenstück liegt, dem die Funktion der Dehnung obliegt. Ich habe dies namentlich dadurch bewiesen, dass die Emporhebungen über ein oder mehrere Internodien, welche bei den angewachsenen Blüthenständen der Borraginaceen vorkommen, sonst reell nicht vorgestellt werden können. Für die Anwachsungen von Blättern ist zuerst von Voechting, dann von Goebel und Wetterwald für die Cactaceen und von mir für Corchorus nachgewiesen worden, dass die Knospen theilweise oder ganz auf den Blättern reiten.

Durch diese Einschaltungen werden die Emporhebungen der Solanaceen- und Boraginaceenblüthen, die Verbindungen der Blätter mit den Inflorescenzen von Turnera, Corchorus, Tapura, Chailletia u. s. w. genügend erklärt. Nach meinen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen werden aber auch die auf den Blättern sitzenden Inflorescenzen von Spathicarpa, wahrscheinlich auch die von Hellwingia, Phyllonoma, Polycardia auf gleiche Weise in ihrer Entstehung reell begründet. Für die Inflorescenzen von Phyllobotryum und Erythrochiton hypophyllanthus wird dagegen eine solche Annahme im höchsten Masse unwahrscheinlich. Bei der ersterwähnten Gattung wird jedenfalls die Entwicklungsgeschichte von einander entfernte Bildungsherde auf der Blattfläche selbst nachweisen, eine Sache, die an und für sich wenig Befremden erregen kann, da die Erzeugung von Laubknospen auf bereits älteren Blättern eine so häufige Erscheinung ist, dass ich Beispiele für diese Thatsache nicht erst in Erinnerung zu bringen brauche.

Bei der erwähnten Art von Erythrochiton liegt die Angelegenheit so, dass auf der Unterseite des Blattes eine mehrblüthige Inflorescenz zum Vorscheine kommt. Ich habe die Pflanze in sehr stattlichen Exemplaren in Kew gesehen und untersucht; leider war es mir nicht gestattet, die Entwicklungsgeschichte zu studieren, wiederholte Bitten, mir später die nöthigen Materialien zu liefern, hatten nicht den gewünschten Erfolg. Aus den Wahrnehmungen, welche ich an dem interessanten Gewächse machen konnte, geht folgendes hervor: Die Blätter bilden an den Ästen dicht gedrängte, spirale, vielzählige Systeme mit hochcomplicirtem Divergenzwinkel, so dass ein Schluss auf die Entstehung derselben unter Annäherung an den Grenzwinkel der Hauptreihe durchaus sicher ist. Bei dieser Entstehung und der dichten Anreihung der Blätter im späteren Zustande dürfte überhaupt kein Blatt, jedenfalls aber kein nahestehendes unmittelbar unter einem

oberen sich befinden. Die Möglichkeit, dass eine Inflorescenz aus der Achsel eines Unterblattes auf die Unterseite des Hauptnerven eines Oberblattes durch irgend welche real sich vollziehende Einschaltungen geradlinig verschoben werden könnte, liegt demgemäss durchaus nicht vor. Die Verschiebung müsste sich in doppelter Richtung vollziehen, sie müsste einmal eine seitliche und dann eine aufsteigende sein, ein Vorgang, den ich mir, falls ich den Boden der Wirklichkeit nicht unter den Füssen verlieren und in das Gebiet des Vorgestellten mich verirren will, durchaus nicht denken kann. Ausserdem ist zu erwägen, dass die Knospe eine grosse Zahl von Internodien durchwandern müsste; ich habe aber bereits oben gesagt, dass durch keine interkalaren Einschaltungen eine Hebung auch nur über ein einziges Internodium bewirkt werden kann. Will man also die Inflorescenz aus der Achsel eines Blattes auf den Rückennerven eines höher inserierten befördern, so kann dies nur in der Vorstellung geschehen, reell zu begründen ist ein solcher Vorgang nicht; man wird also, wie bei verwandten Verschiebungen, seine Zuflucht zu dem congenitalen Prozesse nehmen oder wird meinen, der ganze Vorgang sei in phylogenetischem Sinne aufzufassen. Ich möchte gegen diese Betrachtungsweise einwenden, dass sie durchaus unverbürgte Voraussetzungen macht und dass man doch füglich congenitale, oder in irgend einer Vorzeit vollzogene Veränderungen nur dann zulassen sollte, wenn sich dieselben Vorgänge heute auch noch nachweisen lassen. Ist irgend ein Prozess heute reell nicht vorstellbar, so wird er doch dadurch der Wirklichkeit nicht näher gebracht, dass er in phylogenetischem Sinne aufgefasst wird, d. h. dass sein Verlauf in irgend eine Vergangenheit zurückversetzt wird. Sind die Verschiebungen heute nicht möglich, so haben sie früher auch nicht stattfinden können.

Als echt extraaxilläre Sprosse muss man zweifelsohne auch die Blüthen von Victoria regia Hk. fil. und Nymphaea, wahrscheinlich auch die von Nuphar ansehen. Sie entstehen in dem Verlaufe der Blattspirale und ich glaube, selbst dem geschicktesten Deuter und Interpreten dürfte es nach den Resultaten meiner entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen kaum gelingen, ein zugehöriges Tragblatt ausfindig zu machen, oder eine phylogenetische Verschiebung stattfinden zu lassen.

An den becherförmig vertieften Axen der Cactaceenblüthen, in Sonderheit von Peireskia bleo finden wir stets Blätter, welche sehr wohl als die Tragblätter der aus den Fruchtknoten hervorbrechenden Blüthen fungieren können, selbst wenn diese sich nicht unmittelbar in den Achseln jener befinden. Der unterständige Fruchtknoten der

Umbellifere Petagnia saniculoides Guss. ist dagegen stets völlig nackt und die Blüthen treten, ohne irgend von Blättchen gestützt zu sein, aus den Rippen des Fruchtknotens hervor. Dieser Fall leitet über zu einer zweiten Kategorie von tragblattlosen Blüthen, welche eine ziemlich weite Verbreitung haben. Sie finden sich namentlich unter den Cruciferen, bei gewissen Capparidaceen, Umbelliferen, Compositen, aber auch bei vielen Monocotylen; ich habe in der letzterwähnten Gruppe eine eigene Abtheilung der Blüthen ohne echte Tragblätter besprochen. Man nimmt in allen diesen Fällen, und dies ist das zweite Corollarium, welches dem ersten Satze angehangen wird, an, dass die Tragblätter abortiert seien. Der Umstand, dass gelegentlich diese Begleitblätter gefunden werden, lässt wohl für ganz gewisse Fälle die Berechtigung dieser Annahme zu; bei anderen freilich, z. B. bei gewissen Arten von Allium, bei den Umbelliferen kann aus der Kelchstellung kaum ermittelt werden, an welchen Orten eine Ergänzung des fraglichen Tragblattes statthaben sollte.

Ich meine also, dass dem Satze, die Blüthen seien entweder terminal oder axillär, in seinem ganzen Umfange nicht zugestimmt werden darf. Wenn wir anstandslos in der Morphologie die Existenz extraaxillärer Laubknospen zugestehen, so sehe ich eigentlich nicht recht ein, warum wir vor der Annahme, dass es auch extraaxilläre Blüthen giebt, eine so ängstliche Scheu haben sollen.

Bezüglich der zweiten These, dass alle Blüthen spirale Blattsysteme darstellen, ist zu bemerken, dass die Zahl derjenigen Blüthen, welche wirklich der Forderung im strengen Sinne durch alle Cyklen hindurch gerecht werden, wie bekannt, nur sehr gering ist; die meisten Blüthen besitzen vielmehr in einem oder mehreren Cyklen keine spiral angereihten Blätter, sondern Quirle. Man hat sich vielfach den Kopf darüber zerbrochen, ob die Quirle als »niedergedrückte Spiralen« oder als eine »für sich bestehende morphologische Kategorie« angesehen werden sollen. Eichler selbst hat einen verschiedenen Standpunkt vertreten: im ersten Theile seiner Diagramme meinte er, dass »die Quirlstellung als ein thatsächliches und ursprüngliches Stellungsverhältniss zu betrachten« wäre; im zweiten leitete er die Vorbemerkungen mit den Worten ein: »die scharfe Sonderung zwischen Spirale und Quirlen ist wohl nicht aufrecht zu erhalten.« Er begründete diesen Meinungswechsel damit, dass »es Fälle giebt, in denen die Organe spiral angelegt, später gleich hoch inseriert sind und sich sonst wie Quirle verhalten, dass simultan entstehende Phyllome später nach $^2/_5$ decken, dann bestehen zwischen simultaner und succedaner Anlage so viele Übergänge, dass es unmöglich ist, eine Grenze zwischen beiden zu ziehen, und endlich sprechen Fälle, in welchen normal quirlige Theile

ausnahmsweise zu schraubiger Stellung auseinander rücken, für einen näheren Zusammenhang zwischen beiden.«

Hält man an der Definition eines spiralen Blattsystemes fest, dass es seine Organe succedan und in aufsteigenden Insertionshöhen anlegt, so kann ein Zweifel darüber, dass ein Quirl von ihm verschieden ist, nicht ferner bestehen. Bei einem Quirle werden die Organe simultan und in gleichen Insertionshöhen ausgegliedert. Wenn man sich an die Erkenntniss gewöhnt haben wird, dass in der Blüthe die genetische Spirale nicht überall zum Ausdrucke kommt, wird man sich auch in der wirklichen Unterscheidung dieser Verhältnisse und vielleicht auch noch anderer keine weiteren »selbstquälerischen Schwierigkeiten« bereiten.

Nach der Annahme der Braun-Schimper'schen Schule kommen in den Blüthen gewöhnlich nur solche Spiralen vor, deren Divergenzbrüche mit niedrig bezifferten Nennern behaftet sind; für die meisten Blüthen sind allein die Ziffern 3, 4 und 5 in Betracht zu ziehen. Daraus geht hervor, dass bereits nach einer geringen Zahl von Blättern ein oberes genau über einem unteren zu stehen kommen sollte. Wir finden aber, dass nicht nach 3, 4 oder 5 Blättern diese Superposition erreicht wird, sondern dass dazu die doppelte Zahl derselben benöthigt ist. Um nun diese Thatsache zu erklären, wurde die aus der vegetativen Sphäre herübergenommene Hypothese der Prosenthesen verwendet. Das erste Corollar zu dem zweiten Satze heisst also: alle Blüthen sind zwar ihrer Natur nach spirale Systeme, wenn aber ein Cyklus in einen anderen übergeht, so wird ein Übergangsschritt gemacht, wodurch die Glieder der auf einander folgenden Cyklen in Alternanz treten. Ich habe an mehreren Stellen darauf hingewiesen, dass ich den Worten Eichler's, »die ganze Vorstellungsweise ist nichts anderes denn eine blosse und ziemlich künstliche Umschreibung gewisser, im Grunde viel einfacherer und auch in ihren mechanischen Ursachen nicht schwer zu verstehender Stellungsregeln« vollkommen beipflichte. Freilich hat diese Einsicht auch Eichler nicht davon abgehalten, bei passender Gelegenheit, wenn sich die genetische Spirale sonst nicht mehr construieren lassen wollte, wieder auf die Hülfshypothese der Prosenthese zurückzugreifen.

Die Theorie der Prosenthese genügt aber unter Umständen selbst den formalen Anforderungen nicht. Sie soll nur dann eintreten, wenn einer Blattformation eine andere folgt. Wenn wir nun in einer Formation, z. B. im Androeceum 2 Cyklen vorfinden, so müsste die Spirale ununterbrochen fortlaufen, diese beiden Cyklen dürften also nicht alternieren. Es ist aber eine bekannte Thatsache, dass doch die Elemente des zweiten Kreises zwischen die des ersten fallen; dem-

gemäss ist die Lehre selbst nach der Braun-Schimper'schen Auffassung nicht ganz einwandsfrei. In neuerer Zeit scheint man mehr gewillt zu sein, in den verschiedenen Blüthencyklen Quirle zu erkennen, wenn nicht »echte«, so doch »unechte«, die nur noch phylogenetisch mit den Spiralen zusammenhängen, die sich aber mechanisch als wirkliche Quirle benehmen; die Alternanz ihrer Glieder ist dann leicht einzusehen, die Änderung der Divergenzen wird als »erblich fixiert« betrachtet. Nur bei einem Cyklusse und zwar dem Kelche, bez. der äusseren Blüthenhülle hat man überall an der Spiralstellung festgehalten.

Die wirkliche Beobachtung zeigt aber, dass eine genetische Spirale in vielen Kelchen nicht vorhanden ist. Ich habe oben nachgewiesen, dass die Kelche der Lobeliaceen ohne Ausnahme ihre Glieder simultan anlegen und dass der gleiche Ausgliederungsmodus bei vielen Campanulaceen, Rubiaceen, Loniceraceen, aber auch bei gewissen Acer-Arten, bei Abutilon und wohl noch vielen anderen Pflanzen gefunden wird. Besonders scheinen mir eine grosse Zahl von Pflanzen, bei denen eine Kelchdeckung nicht vorhanden ist, wahrscheinlich auch von solchen, welche mit klappig deckenden Sepalen versehen sind, die letzterwähnten Organe in gleicher Insertionshöhe und auch vielfach simultan zu erzeugen. Gerade der Umstand nämlich, dass die Kelchblätter in verschiedenen Höhenzonen sitzen, ist eine Bedingung, dass die Blätter an der Basis jene Verbreiterung einnehmen können, welche eine quincunciale Deckung ermöglicht, und auf der anderen Seite dürfte die Insertion auf gleicher Höhe nothwendig sein, um die valvate Kelchdeckung hervorzurufen.

Neben diesen Kelchen giebt es wieder andere, bei welchen nach den gewöhnlichen Angaben eine reguläre Spirale vorliegen soll, die aber sehr oft nicht nachgewiesen werden konnte; ich verweise auf die Beobachtungen von Goethart und Schroeder an den Malvaceenkelchen; auch ich konnte nicht die Überzeugung in vielen Fällen gewinnen, dass bei aktinomorph-pentameren Blüthen eine dem Quincunx entsprechende Anlagefolge immer stattfand; in der Regel sah ich nur, dass die drei theoretisch ersten Sepalen früher entstehen als die zwei letzten und dass häufig zwischen dem Hervortreten der beiden Gruppen ein Zeitintervall liegt. Bei diesen Kelchen muss eine quincunciale Deckung nothgedrungen aus der Art der Anlage erwachsen, mag nun das theoretisch zweite Blatt wirklich diese Ziffer erhalten oder mit s^1 oder s^3 belegt werden.

Ein sehr erheblicher Theil der Monocotylenblüthen entwickelt die Glieder des ersten Perigonkreises derart, dass man der Annahme einer

genetischen Spirale im Braun-Schimper'schen Sinne nicht mehr zustimmen kann. Alle Lateralblüthen in distichen Inflorescenzsystemen erzeugen nämlich simultan 2 Blätter, welche transversal zum Tragblatte gestellt sind (ich habe die Stellung normal zum Tragblatte genannt), und dann erst erscheint an der vorderen Stirnkante ein drittes Blatt. Welches von den Primärblättern als erstes, welches als zweites angesehen werden soll, kann nicht entschieden werden, die Spirale hat somit keinen bestimmten Anfang. An Blüthen, welche einem spiralen Inflorescenzsysteme angehören, erscheinen die beiden Primärblätter succedan. Hier wäre der erwähnte Übelstand beseitigt; mit einer genetischen Spirale lassen sich aber folgende Daten nicht in Einklang bringen: Das dritte Blatt liegt mit seiner Insertion tiefer als das erste und zweite, die Spirale müsste also vom zweiten zum dritten Blatte einen absteigenden Weg nehmen; die Blätter entstehen an einem dreikantigen Primord, ihre Verbindungscurve umkreist also keinen Cylinder oder Kegel, und endlich sind die Divergenzen nicht constante Grössen, sondern verändern sich mit den Umformungen, welche das Blüthenprimord erfährt, bis sie die Grenze von 120° erreicht haben.

Diese Momente bringen aber ebensowenig die Störung einer spiralen Aestivation hervor, wie die bei den aktinomorph-pentameren Blüthen erwähnte abweichende Anlagefolge der Sepalen. Wir kennen aber eine nicht geringe Zahl von Kelchen, die schon durch die Deckung die Aufmerksamkeit auf eine andere genetische Anreihung der Phyllome hinlenken. Namentlich kommen die Kelche mit auf- und absteigender Aestivation in Betracht, welche einen ausgeprägten Charakter vieler zygomorpher Blüthen ausmachen. Mit der Deckung stimmt die Entstehungsfolge der Kelchblätter überein, und um nun diese klaren Abweichungen von der genetischen Spirale wieder auf die Norm zurückzuführen, nahm man zu folgendem Auskunftsmittel seine Zuflucht: Man meinte, dass die allerfrüheste Anlagefolge der Kelchblätter spiral gewesen ist, dass aber eine Verzögerung in dem Erscheinen einzelner derselben ein früheres Hervortreten anderer in abnormer Reihe gestattete. Man umschrieb auch, weil die Entwicklungsgeschichte »keine sichere Führerin ist«, um die gewünschte Theorie zu erlangen, den Sachverhalt dadurch, dass »die spätere Gestalt der Blüthe schon auf die erste Entwicklung von Einfluss ist«. Man dachte sich also, dass die Punkte, an welchen die Blätter entstehen sollten, der angenommenen Spiralfolge gemäss dem Alter nach in den Primordien fixiert wären, ehe die ersten Spuren derselben in der Form von Höckern der sinnlichen Wahrnehmung zugänglich wären. Gegen diese Idee ist einmal einzuwenden, dass bis heute kein Botaniker die dargestellte Anlagefolge durch die Beobachtung begründet hat; so

lange dieser Nachweis fehlt, kann ein Naturforscher kaum verpflichtet werden, eine solche Vorstellung zu theilen. Viel wichtiger aber als dieser Einwurf ist die Thatsache, dass die jüngsten Primordien zygomorpher Blüthen, welche die ersten Kelchblätter anlegen, die Form flacher, stark zusammengedrückter Scheibchen haben. Erst später hebt sich die Stirnkante und schafft den Platz, an welchem die zwei Vordersepalen, die als das erste und dritte Kelchblatt angesehen werden, erscheinen. Der Vorstellung zufolge müsste aber das Primord einen kreisförmigen Umriss haben. Die Idee einer prästabilierten quincuncialen Platzvertheilung muss also aufgegeben werden, weil die Orte nicht vorhanden sind, an denen man sich die Neubildungsherde vorstellen soll.

Ob man die Vorstellung rein formal fasst, oder materieller, indem man sie in phylogenetischem Sinne betrachtet, dürfte keinen Unterschied ausmachen.

Mit der Beseitigung dieser Ansicht fällt auch die Lehre der vorgestellten Metatopieen, die sich so vortrefflich benützen liess, wenn irgend eine Aestivation des Kelches für eine bestimmte Deutung nicht passte. Damit soll nicht behauptet werden, dass Metatopieen nicht vorkommen; sie sind aber nach meinen Erfahrungen sehr selten und haben mit der Spiraltheorie nichts zu thun.

Bezüglich des zweiten Satzes kommen wir also zu dem Resultate, dass er in der Allgemeinheit nicht aufrecht erhalten werden kann; der grösste Theil der Blüthen kann mit Fug und Recht nicht mehr als ein spirales System im formalen Sinne angesehen werden. Selbst das Zurückführen vieler Kelche auf eine spirale Disposition kann nur geschehen unter der Voraussetzung wenig oder nicht begründeter Vorstellungen oder phylogenetischer Speculationen.

Der dritte Satz, dass in allen Blüthen die Glieder der auf einander folgenden Cyklen alternieren und dass somit eine Blüthe, in der noch superponierte Quirle vorkommen, nicht erklärt ist, befindet sich eigentlich mit dem vorigen im Widerspruche. Wie ich oben aus einander zu setzen versuchte, müssten sich in einem spiralen Systeme der Form, welche Braun-Schimper vorschwebte, die einzelnen Cyklenglieder überschichten, und nur durch die Theorie der Prosenthese gelang es den Schöpfern derselben, die vorliegenden Verhältnisse zu erklären. Wenn man nun anzunehmen geneigt ist, dass die Spirale das »primäre Stellungsverhältniss« darstellt, aus dem der Quirl erst abgeleitet ist, durch Zusammenrücken der Blätter und Änderung der Divergenzen »beide Abweichungen erblich fixiert«, so sollte man folgerichtig in den Superpositionen doch eher einen Ausdruck der normalen Anordnung sehen, bei der die Änderung der Divergenzen nicht

eingetreten ist. Anstatt aber diesem Gedankengange Folge zu geben, hat man die grösste Mühe angewandt, um in allen Fällen von Superposition eine Alternanz wieder heraus zu bekommen. Vollkommene Consequenz haben die Morphologen aber auch in dieser Gepflogenheit nicht gezeigt, denn die erste Superposition, nämlich die zwischen Kelch und Blumenkrone, wie sie bei den Sabiaceen, einzelnen Ternstroemeriaceen u. s. w. sich zeigt, wurde unbeanstandet gelassen; gewöhnlich aber stellte man die Alternanz her durch die Annahme eines Schaltkreises. Man fügte also dem Satze das Corollar hinzu: gewöhnlich alternieren die Cyklen, zuweilen aber finden sich superponierte Glieder und dann muss man sich vorstellen, dass zwischen beiden ein Kreis ausgefallen ist.

In gewissen Fällen wurde ferner zu einer Verschiebungstheorie die Zuflucht genommen, derzufolge sich ein innerer Cyklus in seinen Gliedern an einem äusseren vorbei bewegen sollte und nun natürlich unmittelbar über den mit ihm gleichsinnig gestellten zu stehen kam. Die Verschiebungstheorie erlangte eine besondere Bedeutung bei der Erklärung jener Superposition von Karpiden und Staubgefässen, welche bei den obdiplostemonen Blüthen vorkommt. Lange Zeit operierte man bei allen Verschiebungsannahmen nur im Gebiete der Vorstellung. Gerade bei dieser Frage wurde aber später die Verschiebung als reell vor sich gehend behauptet. Ich habe nachgewiesen, dass dieser Prozess auch bei den obdiplostemonen Blüthen nicht reell nachweisbar ist, ja dass er sich überhaupt nicht vollziehen kann. Man hat darauf meine Beobachtungen als richtig anerkannt und meiner Meinung, dass die Störung der Alternanz durchweg auf Contakt zurückzuführen sei, beigepflichtet, aber nur soweit es sich um den ontogenetischen Nachweis handelt. Für den jedoch, welcher die phylogenetische Betrachtungsweise vorzieht, muss, so behauptet man, die Verschiebungstheorie beibehalten werden, diese wird dann, phylogenetisch genommen, allerdings »erblich fixiert durch gegebene Raumverhältnisse«.

Ich kann auch dieser Betrachtungsweise nicht beipflichten, weil damit gesagt würde, dass in der Vergangenheit Processe stattgefunden haben, die heute nicht mehr möglich sind.

Mit diesem zweiten Corollarium, dass die Superposition erklärt werden kann durch Verschiebung, haben wir die Fülle der Ausweichungen noch nicht erschöpft. Man deutete oder erklärte die Superposition auch dadurch, dass man meinte, ein Organ habe sich in zwei hinter einander gelegene gespalten. Reell war ein solcher Prozess nicht nachweisbar, er wurde nur mit Hülfe einer Analogie, meines Wissens der einzigen im ganzen Gewächsreiche gestützt, nämlich durch den Wedel von Ophioglossum. Jedermann wird zugeben,

dass die Verbindung zwischen dieser Gattung und einer solchen, in der Blumenblatt und Staubgefäss superponiert sind, recht locker ist. Aber bis in die Gegenwart hinein ist es ein beliebter Gebrauch gewesen, irgend eine vom Standpunkte der Spiraltheorie räthselhafte Erscheinung dann für erklärt zu halten, wenn an einer beliebigen Stelle des Gewächsreiches eine ähnliche oder gleiche Erscheinung nachgewiesen wurde.

Eine andere Auffassung über dieselbe Relation sah das äussere Glied eines superponierten Organpaares als einen dorsalen Seitenstrahl des inneren Körpers an. In einer Reihe von Fällen stimmt diese Auffassung mit den zu beobachtenden Verhältnissen überein, bei anderen kann aber von einem solchen Vorgange nicht gesprochen werden.

Um die Superposition von epipetalen Staubgefässen und Karpiden zu »erklären«, wurde endlich noch folgende Vorstellung entwickelt. Ursprünglich hätten die obdiplostemonen Blüthen nur vier Cyklen gehabt, der Staminalkreis war dabei der episepale. Jedes Androecealglied besass zwei Nebenblätter, die eine seitliche Verschiebung erfuhren, bis sie vor die Blumenblätter gelangten; beide traten mit einander in Verbindung und bildeten die Glieder des epipetalen Staminalkreises. Da die durchgehende Alternanz in den Blüthen die Karpiden zu epipetaler Stellung gebracht hatte, so mussten sie auch mit dem epipetalen Staminalkreise gleichsinnig disponiert sein.

Die angenommene Theilung und Bewegung sind zwar nicht reell sichtbar zu machen, beide Processe haben sich also in phylogenetischem Sinne abgespielt und dann, würde man heutzutage sagen, »erblich fixiert«. Jedem Botaniker, welcher mit den vorgestellten Vorgängen in der Morphologie nicht vertraut ist, wird die ganze Annahme abenteuerlich erscheinen; sie hat sich auch nicht gerade besonderer Anerkennung bei den formalen Morphologen zu erfreuen gehabt, obgleich sie, in ihre einzelnen Theile aufgelöst, kein Moment liefert, das irgendwie auf Grund der comparativen Methode zurückgewiesen werden müsste. Die Annahme von Stipeln in den Staubgefässen kann durch das Vorkommen bei Büttneria und Ayenia sehr wohl belegt werden, das Zusammentreten der lateralen Theilkörper vor den Blumenblättern wird durch Monsonia und andere Gattungen, welche Staminalpaare vor den Petalen besitzen, »bewiesen«.

Ich habe nach meinen Untersuchungen allen Grund, die Superposition der Glieder zweier Cyklen als besonderes und eigenthümliches Stellungsverhältniss der Blüthen anzusehen, durch welches sich diese Sprosse von den vegetativen sehr wesentlich unterscheiden. Die ursächlichen Bedingungen der Superposition liegen immer im Contakte

und in dem zur Verfügung gestellten Raume. Die Superposition von Staubgefässen zu Blumenblättern oder zu Kelchblättern tritt immer dann auf, wenn die letzteren sehr klein sind, nur einen schmalen Saum bilden und wenn beide gewissermassen denselben Raum in Anspruch nehmen wie sonst eine Staubgefässkalotte allein. Diesen Fall habe ich für Blumenblätter und Staubgefässe nachgewiesen an den Büttneriaceen, Geraniaceen, Oxalidaceen, für die zwei innersten Kelchblätter und die unmittelbar darüber erscheinenden Kalotten an Stellaria media, Scleranthus annuus, Euphorbia, Tropaeolum. Bei den zuletzt genannten wirken die beiden Kalotten als Contaktkörper für die übrigen Staubgefässe, die dann in absteigender Spirale vor die ersten drei Kelchblätter treten müssen.

Wenn die Kelchstaubgefässe in dicyklischen Androeceen eine solche erhebliche Grösse haben, dass für die Kronstaubgefässe nur geringere Lücken bleiben, dann ragen die ersteren weiter an dem Vegetationskegel in die Höhe und bilden die Contaktkörper für die Karpiden, so dass der sich lappende innere Blüthenkörper sich zwischen sie und in die Lücken vor den Kronstaubgefässen hineinzieht. Auf diese Weise entsteht die Superposition zwischen den Gliedern der inneren Staminalkreise und den Fruchtblättern. Weder die nahe Verwandtschaft noch selbst die Arteneinheit sind unter Umständen bei diesem Vorgange von irgend welchem Belange; denn bei Rhodiola rosea tritt je nach den Contaktverhältnissen ein Wechsel hervor, indem die fruchtbaren Karpiden epipetal, die Griffelrudimente in der männlichen Blüthe aber episepal stehen.

Eine dritte Bedingung für die Entstehung superponierter Organe liegt darin, dass sich die Glieder des äussersten Blüthencyklusses kappenförmig aussacken. Der Blüthenboden zieht sich dann in die Höhlen hinein, um dort superponiert neue Organe auszugliedern. Jedermann, welcher sich eine Blüthe der Santalaceen, Urticaceen etc. mit den klappig deckenden Perigontheilen ansieht, wird zugeben, dass nur die Stellen vor den letzteren die einzig geeigneten sind, an denen Staubgefässe entstehen können.

Bei den bis jetzt besprochenen Anlagen handelt es sich immer darum, dass höher, beziehungsweise centraler gelegene Organe später entstehen. Ich habe aber in meinen Darstellungen mehrere Pflanzengruppen vorgeführt, in denen äussere Cyklenglieder später erscheinen. Ich halte eine Unterscheidung beider Verhältnisse für geboten und bezeichne das letzterwähnte Stellungsverhältniss als Infraposition. Sie findet sich bei den Primulaceen, Plumbaginaceen, bei der Gattung Potamogeton und bei den Iridaceen, und zwar bei den letzteren in allen von mir untersuchten Gattungen; den oben bespro-

chenen kann ich auch noch Crocus anfügen. In den erwähnten Gruppen handelt es sich immer um eine Interkalation der Petalen oder der Perigonblätter. Ich habe zwei Verhältnisse wahrgenommen, entweder treten die Blätter nach einer interkalaren Streckung zwischen den Androecealgliedern und dem Kelchgrunde aus dem Schaltstücke hervor (Statice und Armeria) oder sie brechen mehr oder weniger hoch über der Basis der Blüthe aus schlanken, kegelförmigen Zapfen heraus, die entweder als Staminalkalotten oder als indifferente Körper angesehen werden müssen, aus denen sich später die Staubgefässe nach jener Sprossung entwickeln.

Eine Constanz des Anlagemodus ist bei den hier in Rede stehenden Gewächsen insofern nicht vorhanden, als die Gattung Primula beide Verhältnisse in verschiedenen Arten zeigt.

Da für mich die Theorie, dass nur die herkömmliche Zahl von Blattcyklen in einer Blüthe gesehen werden darf, nicht bindend ist, da ich vielmehr die Entstehung von Neubildungen überhaupt am Vegetationskegel studiere, so füge ich hier noch ein, dass unter den Karpiden in nicht seltenen Fällen blattförmige Schuppen nachträglich eingeschaltet werden, die ebenfalls der Stellung nach infraponierte Gebilde darstellen. Sie treten dann auf, wenn durch eine geringe Dehnung zwischen Gynoeceum und Blüthenboden ein gewisser freier Raum erzeugt wird. Man zählt diese Organe nach formaler Betrachtungsweise nicht zu den eigentlichen Blüthencyklen, sondern nennt sie Discuseffigurationen. Auch anderweitige Neubildungen zuweilen complicierter Natur stellen sich an dieser Region ein und scheinen in den Orten ihrer Entstehung immer durch die vorliegenden Contakte bestimmt zu werden.

Der vierte Satz, dass alle Cyklen in akropetaler Folge erscheinen, hat sich ebenfalls der realen Beobachtung nach nicht immer bewahrheitet. Die Pflanzen, bei welchen sich zwischen bereits vorhandenen Cyklen neue einschalten, so dass die aufsteigende Anlagefolge durchbrochen wird, ist keinesfalls gering. Ich habe soeben Interkalationen von Blumenblättern besprochen, und brauche nur auf jene Beispiele hinzuweisen, die Hofmeister und andere Botaniker besonders im Androeceum in weiter Verbreitung nachgewiesen haben. Zu diesen Kategorieen zählen viele Rosifloren, ferner die Gattung Papaver; aber auch alle Columniferenandroeceen, sowie die von Capparis und Cistus, die in absteigender Reihe aus einem grösseren Podium Staminalanlagen ausbilden, gehören hierher. Um nun diesem Vorkommen zu begegnen, hat man seine Zuflucht wieder zu der Annahme genommen, dass in Wirklichkeit die Orte der Neubildung akropetal prädisponiert würden: »es lässt sich vorstellen, dass die aller-

früheste Anlage akropetal gewesen, die später interkaliert erscheinenden Theile aber sofort derart zurückgeblieben seien, dass man sie anfangs nicht als Höcker hervortauchen sieht; wenn sie dann später ihre Entwicklung wieder aufnehmen, so hat es den Anschein, als entstünden sie wirklich nachträglich«.

Diese Behauptung ist wie die oben erwähnte ähnliche nichts als eine Vorstellung, sie ist nur eine Vermuthung, die bis jetzt nicht begründet worden ist. Ich will nicht in Abrede stellen, dass für gewisse Fälle die Vorstellung zutreffend sein könnte, denn in der That ist bei den Capparidaceen und Cistaceen ein Podium da, an welchem die Möglichkeit einer prästabilierten Disposition gegeben ist; ich kann aber auch nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass nach meinen Erfahrungen der Nachweis einer solchen Prädisposition schwerlich gelingen wird. Bei anderen Pflanzen aber wie bei den Rosifloren, Columniferen wird der Raum, auf welchem die unteren Staubgefässe entstehen, erst durch interkalare Dehnung erzeugt, nachdem die oberen Staubgefässe schon erschienen sind; der Platz, an welchem sie also früher als die oberen angelegt werden sollten, ist nicht vorhanden und desswegen ist es vollkommen unmöglich, die Annahme einer Vorherbestimmung der Neuanlagen in akropetaler Folge zuzulassen.

Die Ausweichung, welche man construiert hat, um den Ausnahmen von Satz IV. zu begegnen, bewegt sich demgemäss wiederum nicht auf realem Boden, sondern ist eine Vorstellung, ein Aushülfsmittel ohne Begründung, um die genetische Spirale zu retten.

Bezüglich des fünften Satzes, zu Folge dessen der Raum zwischen je zwei Gliedern des vorhergehenden Cyklusses nur von einem einzigen Gliede eingenommen wird, so ist bekannt, dass viele Blüthen mit Androecealgruppen an Stelle der Einzelglieder versehen sind. Diese Vergesellschaftungen werden als Spaltungen einzelner Staubblätter angesehen und als Analogon wird die Form des getheilten Blattes herbeigezogen. Die Art und Weise, wie die letzteren entstehen, ist hinlänglich bekannt und auch von mir an sehr vielen Pflanzen verfolgt worden. Mir ist keine Blüthe begegnet, in der die Entwicklung einer Staubgefässverbindung mit der Entstehung eines getheilten Blattes übereinkäme, ja nur verglichen werden dürfte. Der bald erzeugte gemeinschaftliche Centralkörper der Blattstrahlen fehlt vollkommen, ein Organ also, an dem die Theilung oder Spaltung stattfinden könnte, ist nicht vorhanden. Die Staminalprimordien treten vielmehr als gesonderte Einzelkalotten aus dem Vegetationskegel, sei es in auf- sei es in absteigender Ordnung hervor, erst später werden sie durch eingeschaltete Podien gehoben, und je nachdem sich die Erhebung nur

unter den Einzelkalotten vollzieht, oder unter mehreren geschieht, werden bis auf den Grund freie Consortien oder Bündel erzeugt.

Die Spaltung ist daher weder reell wahrnehmbar, noch kann sie mit dem Prozesse an einem gespaltenen Blatte in Parallele gestellt werden. In der That wird sie auch von den formalen Morphologen als congenital angesehen, sie wird als gedacht bereits vor der Entstehung vorausgesetzt. Demgemäss gehört auch dieser Beisatz, welcher die gebündelten Staubgefässe »erklären« soll, in das Gebiet der Vorstellung.

Es ist mir gelungen, noch einige Aufklärung über die Zahl der vervielfältigten Staubgefässe zu gewinnen. Ich habe gefunden, dass dieselbe abhängig ist von der Grösse und der Form der zur Verfügung stehenden Besetzungsfläche. Die Form der Staminalkalottenbasen ist zur Zeit ihrer Entstehung kreisförmig. Ist nun die Besetzungsfläche, d. h. der Raum zwischen dem letzten Phyllome und der inaktiven Zone des Vegetationskegels isodiametrisch, so entsteht nur eine Kalotte, wie die transversalen Staubgefässe der Cruciferen lehren. Ist die Besetzungsfläche aber in einer Richtung gedehnt, so bilden sich mehrere aus. Die Tiefe ist dabei bestimmend für die Zahl derselben, es erscheinen so viele als die Dimension der Tiefe in der Querdehnung enthalten ist (vergl. die Cruciferen und Capparidaceen). Ist die Besetzungsfläche von der Beschaffenheit, dass der Quotient der Querausdehnung durch die Tiefe grösser als 1, aber kleiner als 2 ist, so entsteht ein elliptischer Wulst, der nach weiterem Wachsthume in 2 Theilkalotten zerfällt (Stellaria, Scleranthus, Polygonum).

Für die Androeceen der Columniferen u. s. w. gilt die Bemerkung, welche ich im Allgemeinen über die Belegung von neuen Flächen mit Organen gemacht habe. Will man ein Analogon zu dem Vorgange suchen, so wird man am besten die seriale absteigende Sprossschaar herbeiziehen können.

Der sechste Satz, dass die Zahl der Cyklenglieder durch die ganze Blüthe constant ist, hat ebenfalls vielfache Ausnahmen. Eine Heteromerie von Kelch und Krone kommt bei aktinomorphen Blüthen äusserst selten vor, weil die Krone fast ausnahmslos unter ungestörtem Contakte mit dem Kelche entsteht. Diejenigen Fälle, welche unter dieser Rubrik erwähnt werden, verdienen noch genauere Prüfung (z. B. Nyctanthus, Anthocleista, Lucuma curvifolia).

Bei zygomorphen Blüthen sind dagegen die Glieder der Krone zuweilen so wenig von einander geschieden, dass man nicht umhin kann, von einer realen Heteromerie zu sprechen. Als Ursache dafür, dass an der Corolle nicht 5 Zipfel deutlich unterschieden werden können,

wirkt wahrscheinlich vielfach der frühe Verschluss des Kelches zu einem Tubus. Bei Calceolaria konnte ich nachweisen, dass die Primordialanlagen der Corolle nicht mehr in die Lücken zwischen die Kelchzipfel eintreten und dass unter diesen Umständen Ober- und Unterlippe als einheitliche halbe Ringwälle entstehen.

Häufiger als diese Heteromerieen sind die in den Generationsorganen. Von aktinomorphen Blüthen erwähne ich zunächst die der Hippocrateaceen, die gewöhnlich mit pentameren Blumenkronen 3 Staubgefässe verbinden. Nicht minder sind die Oleaceen (mit Ausnahme der Gattung Tesserandra) durchgehends im Androeceum dimer gegen 4-, 5- und vielgliedrigen Corollen. Ausser diesen beiden Gruppen muss ich noch die ziemlich grosse Zahl der Gewächse aufführen, welche durch octandrische Androeceen ausgezeichnet sind, wie z. B. Tropaeolum, Acer, die Sapindaceen, Polygonum (mit vielen Abwandlungen). Diejenigen aktinomorphen Blüthen, welche zwei bis viele Cyklen im männlichen Geschlechtsapparate, also nur ein Multiplum der Cardinalzahl, nach der die Blüthe gebaut ist, bieten, lässt man mit Recht bei der Betrachtung der Heteromerie ausser Spiel. Sehr weit verbreitet sind heteromere Androeceen bei den zygomorphen Blüthen; der allergrösste Theil der Labiatifloren im weitesten Sinne weist bei gewöhnlich pentameren Hüllcyklen tetra-, seltener dimere Androeceen auf.

In der Sphäre des Gynoeceums ist die Heteromerie ebenfalls weit verbreitet; so sind bekanntlich grosse Gruppen des Gewächsreiches stets mit dikarpiden Fruchtknoten versehen (die gesammten Labiatifloren im weitesten Sinne), andere, wie die Euphorbiaceen, Violaceen, Sapindaceen etc. etc., haben fast immer ein dreifächriges Gynoeceum, wobei die Zahl der übrigen Cyklenglieder mannigfach variiert. Gewöhnlich ist dagegen der Fruchtknoten der Leguminosen nur aus einem Fruchtblatte aufgebaut, während sonst die verschiedensten Varianten im Blüthenbaue gefunden werden.

Ich habe bei der Heteromerie der Androeceen und Gynoeceen bisher immer nur den Fall im Auge gehabt, dass eine Verarmung in den besprochenen Cyklen vorliegt (Oligomerie). Es wird aber auch im Gegensatze dazu eine Bereicherung derselben vorausgesetzt (Pleiomerie), wobei die durch Spaltung entstehenden Adelphieen, sowie die Vermehrung der Karpiden bei den Malvaceen in Betracht gezogen werden.

Bezüglich der Deutung der Heteromerieen gehen die Ansichten der Autoren erheblich auseinander. So viel ich weiss, war Eichler der erste, welcher die grundsätzliche Scheidung zwischen typischer und abgeleiteter Heteromerie machte. Unter der ersteren verstand er ein

Verhältniss, das in »ursprünglichen Zahlenverschiedenheiten seinen Grund hat.« Durch die Aufstellung der typischen Heteromerie erkannte selbstredend EICHLER den von mir oben unter VI. aufgestellten Satz nicht an. Zur Begründung führte der Verfasser der Blüthendiagramme an, dass »für die Annahme, die Oligomerie der Karpiden sei mit BRAUN-SCHIMPER, WYDLER und Anderen auf Abort zurückzuführen, kein Grund vorliege. Thatsächliche Stützen fehlen ganz: man sieht z. B. in den sonst 5-zähligen Blüthen der Apocyneen, Solaneen etc. von vornherein nicht mehr als 2 Karpiden, von abortierenden keine Spur und dabei erstere in derart opponierter Stellung, dass die Annahme, es seien die beiden allein zur Entwicklung gelangenden Glieder eines urprünglich 5-zähligen Cyklusses, nicht gerechtfertigt erscheint. Dass dann und wann ein 3-, 4- oder 5-zähliger Kreis thatsächlich auftritt, zeigt zunächst nichts anderes, als dass die Karpidenzahl auch variieren kann, wie das ja ähnlich an den übrigen Kreisen vorkommt.« In dieser Lehre von der typischen Heteromerie tritt eine der auffallendsten Inconsequenzen EICHLER's zu Tage. Derselbe Morphologe, welcher sonst »Glieder eines Cyklusses ausfallen lässt, worauf sich die übrig bleibenden in den vorhandenen Raum theilen,« der die Theorie des vollkommenen Ablastes, bei dem die Entwicklungsgeschichte keine Spur der geschwundenen Glieder nachweisen kann, anstandslos so oft verwendet, nimmt Gelegenheit, ein besonderes ursprüngliches Stellungsverhältniss in einer Region zu decretieren, die doch an sich von ganz demselben Gesichtspunkte aus betrachtet werden muss, wie das Androeceum, in dem er so häufig die bekannten Aborte und Verschiebungsprocesse zulässt.

Überdiess ist doch nicht zu verkennen, dass der Begriff der typischen Heteromerie formaler Fassung durchaus unsicher und schwankend sein muss. Für welchen Gruppenbegriff soll er denn gelten? Ziehen wir nur die Familien in Betracht, so sind die Borraginaceen, Convolvulaceen wohl durchgehends typisch dimer im Ovar, erweitern wir aber den Kreis und nehmen wir die Tubifloren in Rücksicht, so müssen auch die Polemoniaceen mit typisch trimeren Fruchtknoten eingeschlossen werden und dann ist die Gruppe mit variablen Zahlenverhältnissen versehen, so dass wir sie an sich als heteromer durch Abort betrachten müssen. Die Solanaceen werden von EICHLER unter den Beispielen der typischen Heteromerie (im Gynoeceum sind sie zweizählig) aufgeführt. Er hat aber vernachlässigt, dass Nicandra ohne Ausnahme mit 5 Karpiden versehen ist, dass andere Zahlenverhältnisse nicht fehlen, ja dass der denkbar grösste Wechsel bei Lycopersicum gefunden wird. Bei den Apocynaceen ist es EICHLER entgangen, dass die Gattung Pleiocarpa mit

5—4 Karpiden versehen ist, so dass die zweite Familie, welche er unter den typisch heteromeren Pflanzen aufführt, beseitigt werden muss. Man wird an der Thatsache nicht zweifeln können, dass der Stand der Kenntnisse auf die Entscheidung, ob typische Heteromerie oder abgeleitete vorliegt, von grossem Einflusse sein muss, dass ferner die Umgrenzung der in Betracht gezogenen Gruppe von erheblichster Bedeutung ist. Beide Momente sind aber nicht geeignet, diejenige Sicherheit und Bestimmtheit in die Festsetzung des Begriffes zu bringen, die eine unbedingte Forderung für die Wissenschaft ist.

Die meisten übrigen Morphologen, unter Anderen neuerdings auch Naegeli, halten durchaus streng an secundären Veränderungen fest als bestimmende Ursache für die Heteromerie. Von erster Bedeutung ist dabei der Abort. Durch ihn werden die zahllosen Fälle von Oligomerie des Staubgefässcyklusses »erklärt«, sei es nun, dass er nur in dem einzigen vorhandenen Kreise wirksam ist, oder in einem der in der Mehrzahl entwickelten Cyklen. Nothwendig ist dann noch, dass sich die restierenden Glieder etwas aus der ursprünglichen Stellung verschieben. Ich brauche nicht erst darauf hinzuweisen, dass diese Verschiebungen nicht demonstriert werden können, dass sie also nur in der Vorstellung existieren. Wenn also die Orte nicht reell nachgewiesen werden können, an welchen der vorausgesetzte Ausfall eines Gliedes stattgefunden hat, sofern irgend welche Arrangements der vorhandenen Glieder vorgenommen werden müssen, um die Lücken zu gewinnen, gehört die Theorie in das Gebiet der Vorstellung und ist durch die Empirie nicht zu belegen.

Für die Fruchtknoten habe ich nachgewiesen, dass die Heteromerie in vielen Fällen auf allgemeine Ursachen zurückgeführt werden kann. Alle Blüthen mit dimeren Gynoeceen erfahren vor der Anlage derselben eine sehr bemerkbare und leicht messbare Dehnung in einer bestimmten Richtung. Bei Blüthen mit wohl entwickelten Tragblättern liegt die Dehnung gewöhnlich in der Richtung durch die Mediane der letzteren (Caryophyllaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen etc. viele zygomorphe Blüthen); zuweilen liegt sie einer allgemeinen Transversaldehnung folgend senkrecht zur Mediane (Cruciferen, Capparidaceen); seltener wird sie in der Richtung einer Ebene durch ein Kelchblatt gefunden: durch s^1 geht sie bei vielen Solanaceen, durch s^3 und s^4 bei Borragoidblüthen zygomorpher Natur, wobei die Dehnungsaxe mehr oder weniger parallel mit der Inflorescenzaxe verläuft. In den Enden der langen Axe des elliptisch gedehnten Blüthenbodens treten regelmässig die Karpiden ein. Sie erscheinen also an denselben Stellen, die überall von den Neubildungen eingenommen werden, welche sich an einem derartig beschaffenen Vegetationskegel einstellen.

Was die trimeren Gynoeceen anbetrifft, so habe ich für Stellaria media, Euphorbia, gewisse Polygonum-Arten und Tropaeolum nachweisen können, dass sie entstehen im Contakte mit den am höchsten inserierten Staubgefässkalotten vor s^3, s^4 und s^5. Dabei muss naturgemäss ein Karpid vor und nahezu vor s^1 fallen, die übrigen sind gleichförmig vertheilt. Diese Stelle vor s^1 scheint auch in anderen Pflanzenfamilien mechanisch insofern begünstigt zu sein, als nach ihr zu ein Zipfel des dreilappig werdenden Blüthenbodens gewendet ist, wenn ein trimeres Gynoeceum sich sonst bilden will.

Die Sapindaceen scheinen durchweg die Karpiden im Contakte mit dem Staubgefässe vor s^4, und denjenigen beiden anzulegen, welche sich in unmittelbarer Nachbarschaft mit dem zwischen s^3 und s^5 stehenden befinden. Eine bald eintretende Dehnung im ganzen Blüthenboden, welche die spätere Zygomorphie der Blüthe hervorbringt, bewirkt, dass der Contakt sehr bald verschwindet; dieselbe Erfahrung macht man aus gleicher Ursache an Tropaeolum.

Über anderweitige Heteromerieen stehen mir keine Erfahrungen zu Gebote, gewisse Erscheinungen, namentlich die monokarpiden Fruchtknoten der Leguminosen lassen sich gegenwärtig und vielleicht überhaupt nicht ursächlich begründen, sondern müssen als inhärente Besonderheiten betrachtet werden.

Was die Androeceen anbetrifft, so kann ich über einige nur dieselben Bemerkungen wiederholen, die ich über die Vorstellung des Aborts überhaupt machte. Überall wo es nothwendig ist, für die Reconstruktion auf den homomeren Typus Ausfall und Verschiebung eintreten zu lassen, giebt die reale Beobachtung keinen Belag, die letzteren sind also wiederum nur in der Vorstellung möglich. Dass man z. B. in den Polygonaceen den Plan der Monocotylen erkannte und nun an dem Typus so lange spaltete und abortieren liess, bis die sehr variablen Formen der Androeceen herauskamen, beruht auf einem vollkommenen Verkennen des Blüthenbaues und -Aufbaues der Familie. Bei den anderen von mir oben geschilderten hept- oder octandrischen Gattungen werden 5 Staubgefässe in absteigender spiraler Anreihung episepal ausgegliedert und zwischen ihnen schalten sich 3 Primordien ein an den Stellen, wo durch die Weitungen im Blüthenboden Räume frei werden (Tropaeolum, Aesculus); an diese schliessen sich die Vorkommnisse von Stellaria media, Scleranthus und Polygonum, die dadurch bemerkenswerth sind, dass die 8 Kalotten vor den Sepalen ihren Platz finden. Nur bei der letzten Gattung entwickeln sich aber Staubgefässe aus ihnen, bei den 2 ersten gehen aus 5 derselben Blumenblätter oder diesen ähnliche, fädliche Körper hervor. Wieder bei anderen octandrischen Pflanzen

(Acer, Cardiospermum) erscheinen die Staubgefässprimordien simultan. Nirgends ist man im Stande, die vorgestellten Prozesse in irgend einer Weise sinnlich zur Wahrnehmung zu bringen.

Bei den zygomorphen Blüthen wird die Heteromerie der Generationscyklen hauptsächlich durch jene Dehnung bewirkt, die stets in der Richtung der Symmetrale nachzuweisen ist und welche den überaus häufigen dikarpidiären Bau des Fruchtknotens hervorruft. In den Androeceen werden die Mannigfaltigkeiten erzeugt durch die Usurpation des Raumes. Die ersten Kalotten nehmen einen so umfangreichen Platz in Anspruch, dass für andere Organe viel weniger, unter Umständen kein Raum übrig bleibt. Das Maximum der Usurpation zeigt nach meiner Erfahrung Calceolaria, aber auch Veronica scheint sich ähnlich zu verhalten. Bei jener wird der ganze Raum des Blüthenbodens durch eine mediane Furchung aufgetheilt und für die Bildung der beiden Staubgefässe in Anspruch genommen. Nur der Grund der Furchung, welcher von den Androecealgliedern überwallt wird, liefert den Grundstock für die Karpiden. Bei Linaria und Verwandten wird der umfangreichere Theil des oberen Blüthenbodens für die zwei oberen Staubgefässe mit Beschlag belegt. Zwischen beiden Portionen bleibt aber noch so viel Platz übrig, dass eine kleine Kalotte aufzutreten vermag, aus der sich das spätere Staminod entwickelt. Der freie Rest des Blüthenbodens wird unter Berücksichtigung des Contaktes des vordersten Corollenabschnittes, der gewöhnlich sehr früh zu erscheinen pflegt, für die 2 unteren Kalotten verbraucht.

Bei den Labiaten wirkt die hohe Insertion der obersten 2 Corollenabschnitte hemmend auf die Anlage eines dem Staminodium vieler Scrophulariaceen homologen Organes. Jedermann, welcher eine Labiatenblüthe in dem kritischen Stadium, wenn die Staubgefässe angelegt werden, betrachtet, wird sich der Wahrnehmung nicht verschliessen können, dass der Raum, an welchem der erwähnte Körper auftreten sollte, von den sehr früh verbundenen zwei oberen Corollenprimordien usurpiert ist.

Ich halte es für angemessen, in diesen Verhältnissen einen Abort zu erkennen, und zwar einen solchen, der als Hemmungsbildung aufzufassen ist, und stelle ihn auf die gleiche Stufe mit jener von mir nachgewiesenen Hemmung, auf Grund deren das dorsal mediane Glied im Kelche vieler Rhinantheen nicht zur Ausbildung gelangt, weil der Raum, in dem es sich einstellen könnte, durch ein darüber befindliches Laubblattprimord belegt ist. Auch die von mir beobachtete doppelte Ausbildung der Pentstemon-Kelche schliesst sich an dieses Verhältniss an, nur dass hier die Usurpation der Räume früher beseitigt wird, ehe die Fähigkeit, Neubildungen zu erzeugen, an dem Orte

erlischt. Die als Contaktkörper fungierenden Organe werden durch Erhebung des Primordiums der Blüthe ausser Akt gesetzt und die nunmehr leeren Stellen mit Kelchblättern belegt.

Die zweite Hypothese, welche gebraucht wird, um die Heteromerie in den Blüthen zu deuten, ist die Annahme einer Verwachsung. Als Beispiel für sie nenne ich Calceolaria; der Kelch dieses Gewächses ist 4-gliedrig und die Zipfel stehen im orthogonalen Kreuze. Um diese Stellung mit den bei den Scrophulariaceen vorkommenden Relationen conform zu machen, hat man behauptet, dass die beiden Vordersepalen zu einem Organe verwachsen seien. Ich habe entwicklungsgeschichtlich keine bestätigende Thatsache für die Behauptung auffinden können. Man muss also auch in diesem Falle sich »vorstellen«, dass diese Verwachsung eingetreten sei, dass sie sich »congenital« vollzogen habe. Eichler hatte jedenfalls schon gewisse Bedenken der Annahme gegenüber gehabt, denn er machte darauf aufmerksam, dass diese Heteromerie auch originär sein könne, dann würde er sie also als typisch angesehen haben.

Bezüglich der letzten von mir aufgestellten These, dass alle Cyklenglieder einer Blüthe metamorphosierte Blätter seien, so geht auch darin die Meinung der Morphologen bekanntlich recht erheblich auseinander. Eine nicht geringe Zahl von sehr namhaften Autoren, namentlich unter ihnen Warming, haben behauptet, dass neben den Blättern auch die Axe für die Entwicklung von Geschlechtszellen beansprucht wird. Andere Botaniker haben jenen Satz in vollem Umfange vertreten, und in neuerer Zeit hat besonders unter dem Einflusse Naegeli's diese Richtung wieder in erhöhtem Masse an Übergewicht gewonnen. Endlich giebt es eine Richtung, die einen Compromiss zwischen beiden Anschauungen durch die Annahme der apical gestellten Blätter geschlossen hat.

Die Thatsache, dass gewisse Androecealglieder und Ovula der realen Beobachtung zufolge terminale Stellung einnehmen und dass die Entwicklungsgeschichte das Aufgehen des Stammscheitels in jene Körper nachgewiesen hat, wird von keinem Botaniker geleugnet. Wenn sie nun nicht von allen als wirkliche Axenorgane betrachtet werden, so müssen doch zweifellos sehr gewichtige Gründe vorgebracht werden, um die Beobachtung umzudeuten. Besonders zwei Formen von Beweisen sind für den theoretischen Satz ins Feld geführt worden: die eine ist »dass Organe von so hoher Bedeutung auch dieselbe morphologische Bedeutung besitzen müssen, dass sie nicht das eine Mal aus der Metamorphose eines Blattes, das andere Mal aus der Metamorphose einer Axe hervorgegangen seien«; die andere beruht auf der Verwendung von teratologischen Vorkommnissen.

Die hohe Bedeutung, die Wichtigkeit eines Organes kann meines

Erachtens niemals als ein Beweisgrund für die phylogenetisch gemeinsame Abstammung angesehen werden. Der Satz stellt nur eine Behauptung auf, die erst begründet werden sollte. In dieser Allgemeinheit ausgesprochen müsste er die Bedeutung eines für die organische Welt überhaupt geltenden Theorems haben. Ich habe bei den Zoologen Erkundigungen eingezogen, ob die Erzeugung der Geschlechtszellen bei den Thieren an ein und dasselbe Organ gebunden sei. Die mir über die Angelegenheit gewordene Antwort lautete gegentheilig. Die Geschlechtszellen werden nicht einmal in demselben Keimblatte erzeugt, man kann die Organe, welche sie hervorbringen, nicht als homologe, sondern nur als analoge ansehen. Dass andere, ebenfalls sehr wichtige Organe bei den Thieren durchaus verschiedenen Ursprungs sind, ist eine so allgemein bekannte Thatsache, dass ich keine Beispiele anzuführen brauche. Dieser Beweis, der die Wichtigkeit betont und daraus den gemeinschaftlichen, einheitlich morphologischen Charakter und phylogenetischen Ursprung ableitet, scheint mir nicht glücklich geführt.

Ich möchte aber darauf hinweisen, dass selbst in der Entwicklung der Kryptogamen ein Fall vorliegt, der kritisch ist und nur durch eine subjektive Interpretation zu Gunsten des einheitlichen Ursprungs der pflanzlichen Geschlechtszellen herangezogen werden kann. Wir wissen, dass die Entwicklung gewisser Phanerogamen-Embryonen mit der Ausbildung der Mooskapsel sich von Zelle zu Zelle in Parallele stellen lässt. Die Mooskapsel muss homolog mit einem Staubgefässe zu setzen sein. Nun würde es meiner Ansicht nach naturgemäss sein, sie wie den Embryo einer Crucifere caulomatischen Ursprungs anzusehen. Naegeli hat, um diesen Widerspruch zu beseitigen, die These eingeschoben, dass das Stengelchen des Embryos sammt den Cotyledonen kein Caulom, sondern ein Thallom und dass daher auch das Moossporogon als metamorphosiertes Thallom zu betrachten sei. Auch diese Beweisführung setzt die Anerkennung der Naegeli'schen Meinung voraus und kann keinen Anspruch auf zwingende Überzeugungskraft erheben.

Die Verwendung teratologischer Vorkommnisse kommt besonders bei der Deutung der Ovula in Betracht. Der Streit darüber, was für eine Natur den betreffenden Körpern zukäme, ist Jahre lang geführt worden; mit Hülfe derselben Methode hat man das Ovulum ebenso wohl als Blattzipfel, wie als Spross, als eine Samenknospe demonstriert. Schon diese Thatsache müsste gegen die Beweisführung Verdacht erwecken. Das Gewicht derselben wird auch nicht vermehrt dadurch, dass man die Ovularsprosse eliminiert, weil sie »pathogene Erscheinungen« sind, und weil »sie als Adventivbildungen angesehen

werden müssen«, die »sozusagen mit dem normalen Verlaufe der Vergrünungen nichts zu thun haben«, oder »weil sie selten sind«. Zu den überaus wichtigen Erkenntnissen bezüglich der Homologieen der Geschlechtsblätter bei den Pflanzen hat die Verwendung der teratologischen Vorkommnisse nur den Beitrag geliefert, der aus ihnen erwachsen kann, nämlich ein schwankendes Wissen, das von den subjektiven Prämissen abhängig ist. Die objektive Sicherheit über die Thatsachen haben wir einzig und allein gewonnen durch die Untersuchungen über die Befruchtung und Embryologie der Gewächse. Dass unter den bei den Vergrünungen vorkommenden Abwandlungen in den Blüthen auch Daten gefunden werden, welche diese Erkenntnisse belegen, ist bei der Mannigfaltigkeit der Variationen nicht überraschend. Gerade aber die Mannigfaltigkeit der Missbildungen bedingt, dass die letzteren als Beweise nicht verwendet werden können, weil es immer nothwendig ist, sie in weiser Auswahl und mit Vorsicht zu gebrauchen.

Ehe ich versuche, aus der Discussion der von mir aufgestellten Thesen der formalen Morphologie ein Facit zu ziehen, will ich noch eines Verhältnisses gedenken, das ebenfalls nicht ohne Bedeutung für die ganze Theorie ist: ich meine die Verwachsungen. Aus Analogie mit den Gliedern eines spiral aufgebauten Laubsprosses müssten die sämmtlichen Organe einer Blüthe, die Elemente eines Cyklusses ebenso wohl wie die Cyklen unter sich, frei sein. Wir begegnen aber in ungemein vielen Pflanzenformen Verbindungen sowohl der ersten wie der zweiten Art, die man als Verwachsungen bezeichnet.

Vereinigungen ursprünglich freier Phyllome kommen im Pflanzenreiche ziemlich häufig vor. Klassische Beispiele bieten die Blumenkronenabschnitte gewisser Ceropegia-Arten, z. B. C. Sandersonii Dne., bei welchen die Spitzen sich nicht allein fest vereinigen, sondern auch die Flächen auf eine grosse Strecke hin mit den Rändern in eine so innige Verbindung treten, dass man nicht im Stande ist, eine Grenzzone zu erkennen. Blumenblätter, die an der Spitze zu einer Mütze verbunden sind und als gemeinschaftlicher Körper abfallen, finden sich bei den Eucalypten, bei Vitis u. s. w. Die Verbindungen der Staubgefässe bei den Compositen sind diesen Verwachsungen gleich zu erachten.

Wenn man nun meint, die verschiedenen Vereinigungen der Organe in denjenigen Blüthen, welche man früher als einblättrige ansah, seien als solche Verwachsungen zu betrachten, so kann ich nicht unterlassen, auf die wesentliche Verschiedenheit hinzuweisen, welche zwischen diesen Formen und den vorhin besprochenen bestehen. Zunächst ist ja genügend bekannt, dass die Theile, welche

verbunden gesehen werden, nicht ursprünglich frei sind, sondern dass diese Gebilde von ihrer Entstehung an als geschlossene Körper erscheinen.

Ferner möchte ich darauf aufmerksam machen, dass diejenigen Blumenkronen, deren Glieder wirklich verwachsen sind, niemals an der Basis eine Verbindung zeigen, sondern nur an der Spitze, während umgekehrt bei den Gamo- oder besser Sympetalen die Röhrenbildung nur an der Basis geschehen kann. Aus dieser Ursache dürfen wir uns also nicht vorstellen, dass die Corollen der Sympetalen etwa aus ähnlichen verwachsenen Blumenkronen entstanden seien, und dass »diese Verwachsung erblich fixiert«, dass die Verbindung congenital geworden wäre.

Der Umstand, dass wir in derselben Familie, ja vielleicht in noch engeren verwandtschaftlichen Verbänden lückenlose Formenreihen aufstellen können, welche mit völlig getrennten Organen beginnen und mit hoch verbundenen Cyklengliedern enden, kann natürlich keinen Beweis dafür liefern, dass man die Verwachsungen anerkennen müsse. Die Übergänge beweisen nur, dass die Überbrückung der trennenden Räume zwischen den Gliedern früher oder später geschehen kann und dass sich die Dehnungen bei der Vorbereitung zur Anthese bald in der Ringzone des Cylinders, bald in den primären Phyllomprimordien vollziehen können.

Die Verwachsung kann also reell nicht nachgewiesen werden, sie ist auch phylogenetisch nicht wohl annehmbar, sie existiert nur in der Vorstellung und wird symbolisch oder bildlich gefasst. Ist es denn überdies nöthig, dass alle Blüthen mit freien Cyklengliedern die primären Formen sein müssen? Ich kenne eine ganze Anzahl Rubiaceen, Oleaceen u. s. w., bei denen mir die Annahme, dass eine Reduktion der hochverbundenen Röhren bis nahezu auf den Grund mindestens ebenso plausibel erscheint, als die Annahme, dass ich in ihnen den Anfang einer Verbindung erkennen müsste.

In ähnlicher Weise ist die seriale Verwachsung gleichfalls nur ein vorgestellter Prozess. Wenn dann der eine Körper sich aus dem anderen ausgliedert, sei es, dass er deutlich aus ihm hervorspriesst, sei es, dass eine Furchung das Primord in zwei Sondergebilde zerlegt, so hat man sich wiederum gedacht, dass das eine als besonderes Ding gewissermassen individualisiert von Anbeginn an in dem anderen implicit enthalten sei. Man stellte sich vor, dass man die Sonderanlagen nicht zu erkennen vermöchte, gerade so wie man nicht sagen könne, aus welchen Posten eine Summe gebildet wäre.

Auf Grund der wirklichen Beobachtung kann man auch derjenigen Hypothese des unterständigen Fruchtknotens nicht beipflichten,

welche diesen Körper als durch Verwachsung entstanden ansieht, mag man sich nun denken, dass er aus einer Verwachsung von Kelch, Krone und Staubblättern mit dem Ovar, oder dass er aus einer Verwachsung des Fruchtknotens mit einem Axenbecher hervorgegangen sei. Thatsache ist, dass er sich dann bildet, wenn unterhalb der Kelchinsertion eine ringförmige Dehnungszone im Blüthenboden sich entwickelt, die bis in das Ovar vordringt; setzt sie vor der Fruchtknotenhöhle aus, so entsteht die perigyne Blütheninsertion.

Ich habe früher selbst, bevor ich mich von den Vorstellungen der formalen Schule frei gemacht hatte, den Standpunkt vertreten, dass die Ansicht gelten könne, derzufolge eine Verwachsung der erwähnten Glieder vorläge. Ich machte aber schon damals darauf aufmerksam, dass man dann annehmen müsste, die Blätter setzten sich unterhalb ihrer Insertionsstelle in die Axe hinein noch ein Stück fort. Meine Untersuchungen haben mir bewiesen, dass sich diese subjektiv-idealistische Auffassung nicht halten lässt, und ich bin der Meinung, dass man von einer Verwachsung nur dann sprechen solle, wenn freie Glieder mit einander sich verbinden, nicht aber dann, wenn sie durch gemeinschaftliche röhrenförmige Stücke gehoben werden. Ich sehe in der Analyse aller morphologischen Prozesse und der scharfen Auseinanderhaltung derselben einen erheblichen Nutzen für unsere Wissenschaft; vor allem wird man zu jener Kritik gezwungen werden, welche vermeidet, Vorgänge phylogenetisch in der Vergangenheit vorauszusetzen, welche sich heute nicht vollziehen können; gewiss wird es Jedem sehr nothwendig erscheinen, dass der leichten Beweglichkeit unserer Vorstellungskraft durch die nüchterne Thätigkeit unseres Verstandes ein gewisses Gegengewicht gesetzt wird.

Überblicken wir nun noch einmal die Gesammtheit der Sätze, welche ich als die Theoreme der Blüthenmorphologie hingestellt habe, so finden wir, dass dieselben in der grössten Zahl der Fälle nur dann Geltung haben, wenn an den empirisch gefundenen Dispositionen gewisse Correkturen angebracht werden. Man hielt dieselben allgemein für die Äusserungen wirklich sich abspielender Prozesse. Nach und nach hat sich herausgestellt, dass dieselben realen Vorgängen gewöhnlich nicht entsprechen, ja dass die Correkturen durch wirklich sich vollziehende Wachsthumsprozesse nicht erklärt werden können. Zu der ersten Reihe von Ausweichungen wurde somit die zweite gefügt, man sagte, wenn diese Prozesse auch in der Wirklichkeit nicht zu beobachten sind oder real erklärt werden können, so haben sie doch stattgefunden, nur vorher, ehe irgendwelche Wachsthumsäusserungen an dem Blüthenkörper bemerkbar waren. Diese Veränderungen wurden in die Sphäre der Vorstellung hinübergeschoben, sie wurden congenital.

In diesem Sinne betrachtete die formale Morphologie die Angelegenheit; die phylogenetische Auffassung hielt dagegen an der Vorstellung fest, die von mir mitgetheilten Sätze stellten die primären Verhältnisse dar; diejenigen Dispositionen, welche von ihnen abwichen, wurden als secundäre Abwandlungen betrachtet, die wiederum durch Spaltungen, Verwachsungen, Verschiebungen u. s. w. erzeugt worden sind. Werden die Blüthenformen durch Aufhebung der letzteren zurückrevidiert, so kommen die oben erwähnten Thesen wieder zum Vorscheine.

Indem die Morphologen jene Abweichungen von den Hauptsätzen durch die vorgestellten Prozesse interpretierten, hoben sie zunächst die Allgemeinheit der Theoreme auf und waren nun im Stande, alle vorliegenden Blüthenformen zu »erklären«, denn sie waren jetzt nicht mehr nach irgend einer Richtung hin gebunden. Unter der Erklärung verstanden sie keineswegs, irgend ein Causalverhältniss festzusetzen, sondern stets nur das Zusammenreimen mit anderen bekannten Relationen; sie deuteten nach den Analogieen die Disposition so lange, bis die Form vorlag, die durch die morphologischen Gesetze bestimmt war.

Eine zwingende Gewalt, bei der Möglichkeit mehrerer Deutungen eine ganz bestimmte auszuwählen, existierte nicht; desswegen erwuchsen Schwankungen und Widersprüche über die Erklärung einer und derselben Blüthenform: wo der eine Botaniker eine Verschiebung erkannte, sah ein anderer vielleicht eine Spaltung u. s. w. Einen wirklichen Beweis war diese Methode nicht zu liefern im Stande, da Analogieen gegen Analogieen ins Feld geführt wurden, da ferner die vorausgesetzten Bewegungen, welche die Veränderungen hervorbringen sollten, stets nur vorgestellt waren und nicht demonstriert werden konnten.

Sind nun alle diejenigen Veränderungen, welche sich congenital in der Pflanze eingestellt haben, also Verschiebungen (Metatopieen), Drehungen, Spaltungen, Verwachsung, Abort wieder in der Vorstellung beseitigt, so gewinnt die formale Morphologie den Typus, den Bauplan. Ich habe oben den Bauplan der Scrophulariaceen genauer beleuchtet und gezeigt, dass es genug Blüthen in dieser Familie giebt, welche dem Bauplane oder Typus nur noch in sehr bescheidenem Masse entsprechen, endlich existieren einige, wie Calceolaria und Veronica, die bis auf den Bau des Fruchtknotens überhaupt kein Merkmal des Bauplanes mehr aufweisen. Wenn man erwägt, dass bei dieser Familie auch normal und zufällig höhere Zahlen im Fruchtknoten angetroffen werden, und daraufhin die Vorstellung entwickelt, dass bei ihr ein Abort in diesem Cyklus formal begründet werden

kann, so bleibt kein einziges Merkmal übrig, welches dem Bauplane entspricht. Dieser Bauplan oder Typus ist ein formales Schema, das für ausserordentlich grosse Gruppen Gültigkeit hat. Sehe ich von den spiroiden Blüthen, die ich überhaupt nicht in Rechnung gezogen habe, ab und vernachlässige ich die seltenen 2-, 6-, 7- und höhergliedrigen Blüthen, so bleiben deren eigentlich nur 3 übrig, nämlich das penta-, tetra- und trimere Schema.

Wenn wir uns in den übrigen Naturwissenschaften umsehen, so giebt es nur eine Disciplin, in welcher sich der Typus in dieser schematischen Form einst einer ganz ausserordentlichen Bedeutung erfreute: es ist die Chemie. Die ungeheuere Menge von Körpern, welche besonders durch das eingehende Studium der Kohlenstoffverbindungen erwuchsen, brachte zu Wege, dass sich die Äusserungen wissenschaftlicher Bethätigung lange Zeit vorzüglich als classificatorische Geltung verschafften, eine Richtung, die unter allen Umständen geboten und im höchsten Masse anerkennenswerth war. In ganz ähnlicher Weise habe ich den Eindruck gewonnen, dass die Theorie der einfachsten Typen in der Botanik auch aus dem Wunsche entsprang, die unendlichen Mannigfaltigkeiten der Blüthen von möglichst knappen Gesichtspunkten aus geistig zu fesseln.

In den 4 Haupttypen der Chemie mussten nach zweckmässigen Umformungen sämmtliche Verbindungen Platz finden. Je nach den Analogieen, die man im Auge hatte, konnte man die vorliegende Verbindung auch verschieden interpretieren, d. h. in verschiedenen Typen unterbringen; ich habe oben gezeigt, dass Calceolaria ebenso wohl als 4-, wie als 5-gliedrige Blüthe gedeutet werden konnte, wenn sie bisher stets auf den pentameren Typus gebracht wurde, so hatte man immer den Zweck im Auge, sie als Scrophulariacee zu interpretieren.

Der Typus in der Chemie war aber nicht blos eine Classe, sondern erhielt auch die Bedeutung einer Primärform. Die in den Typen enthaltenen Wasserstoffatome konnten nach und nach ersetzt werden durch andere Elemente oder Elementgruppen; schliesslich wurde auch der die Wasserstoffatome fesselnde Körper durch ein anderes Element vertreten. So wurden z. B. Chlorschwefel und Bromphosphor als Wasser oder Ammoniak angesehen, in denen die oben angedeuteten Auswechslungen sich vollzogen hätten; wenn die Vertretungen wirklich nicht stattfanden, so durfte man sich wenigstens »vorstellen«, dass sie sich vollzogen hätten.

Ich meine, dass wir selbst bis zu diesem Punkte den Vergleich zwischen beiden Typentheorieen fortführen können, denn die von der formalen Theorie vorausgesetzten Abwandlungen in den Cyklen oder

Cyklengliedern finden zwar in der Wirklichkeit nicht statt; man stellt sich aber vor, dass sie sich vollzogen hätten, man nennt sie congenitale, man denkt sich die Angelegenheit in das Bildliche übertragen u. s. w.

Aber auch zu den complexen Typen der Chemie können wir noch ein Gegenstück aufstellen. Für gewisse Verbindungen in der Chemie war es nothwendig, die Typen zu verdoppeln oder zu vervielfachen. Auch in der Botanik ist es nöthig, für gewisse Fälle einen Cyklus zu polymerisieren. Ich habe mich bisher über die Angelegenheit nicht geäussert und will desshalb an dieser Stelle noch einige Worte hinzufügen.

Čelakovský hat die Meinung vertreten, dass in allen Blüthen, sowohl in denjenigen der Mono- wie der Dicotylen ein pentacyklischer Typus vorauszusetzen sei, d. h. dass überall 2 Staminalkreise vorgestellt werden müssen, von denen dann gelegentlich der eine oder der andere, oder ein Theil von einem in Wegfall gekommen sei, oder in seinen Gliedern andere Veränderungen erfahren habe. Diejenige Familie, welche unter den Dicotylen nahezu allein der Forderung, welche Čelakovský an den Typus gesetzt hat, gerecht wird, ist eine californische artenarme Gruppe, die Limnanthaceen. Ich will die Frage nicht untersuchen, ob man sich mit einiger Wahrscheinlichkeit vorstellen darf, dass eine Form von so sehr beschränktem Vorkommen als Typus einer so grossen Pflanzenabtheilung angenommen werden kann, ich will auch die ganze Frage in allgemeiner Bedeutung nicht discutieren, es sei genug, dass Čelakovský den Satz aufgestellt hat, der Staminalcyklus sei typisch zu verdoppeln.

Naegeli hat wiederum den Gynoecealkreis specieller ins Auge gefasst und gemeint, dass man diesen verdoppeln müsse. Durch Reduktion des einen oder des anderen Kreises sind dann die mannigfachen Stellungen in den isomeren Blüthen, die so viele Schwierigkeiten gemacht haben, auf die einfachste Weise erklärt. Er hielt es aber auch für glaublich, dass zugleich Theile des einen Kreises und des anderen schwinden könnten, und in der That würden dadurch wieder andere Stellungen formal eine erwünschte Erledigung finden; so sind bei Dikarpidie mit medianer Lage der Fruchtblätter in pentamer-aktinomorphen Blüthen die 4 vorderen des äusseren und die 4 hinteren des inneren Kreises durch Abort eliminiert. Bei transversaler Lage der Fruchtblätter wird die Angelegenheit freilich sehr kritisch, indem nach den hergebrachten Vorstellungen in den pentamer-aktinomorphen Blüthen zwei Blätter sich nicht transversal gegenüberliegen. Man könnte den Übelstand vielleicht durch die Annahme eines dritten und vierten nicht alternierenden sondern anders ausweichenden Kreises oder durch Verschiebungen etwa mit der Vorstellung, dass sich die

Organe nach dem Wegfall der übrigen in den vorhandenen Raum theilen, oder ähnlich beseitigen.

Weder Čelakovský, noch Naegeli kann indess die Priorität der complexen Cyklen in Anspruch nehmen. Längst vor ihnen hatte nämlich Alex. Braun mit seinem durchdringenden Scharfblicke für alle Relationen der formalen Blüthenmorphologie erkannt, dass man die häufigsten Dispositionen ohne Umstände zu deuten im Stande wäre, sobald man sämmtliche Cyklen verdoppelte. Wenn schon auch dieses Theorem noch nicht allen Verhältnissen Genüge leistet, so muss man doch zugeben, dass auch hier Al. Braun wieder am consequentesten den ganzen Voraussetzungen gemäss geschlossen hat.

Wie die Typentheorie in der Chemie eine unendliche Fülle von Anregungen gegeben hat, so ist auch in der Botanik diese Richtung ungemein fördernd für die Entwicklung der Wissenschaft gewesen. Ist aber die erstere überwunden worden, so wird auch in der Botanik dem formalen Schematismus mit seinen vorgestellten Prozessen und seiner bildlichen Auffassung ein Ende bereitet werden müssen.

Neben die rein formale Auffassung über die morphologischen Relationen, welche uns in Braun's Arbeiten, in Wydler's zahllosen Schriften, aber auch noch zu dem erheblichsten Theile in Eichler's Blüthendiagrammen entgegentritt, hat sich in der neueren Zeit die phylogenetische Betrachtungsweise gesellt. Ich habe sie in dieser Zusammenfassung schon an einzelnen Stellen berührt, will aber Gelegenheit nehmen, an diesem Orte meine Stellung zu derselben mit wenigen Worten genauer zu präcisieren.

Bezüglich der eigentlichen Grundprincipien der phylogenetischen Hypothese herrscht gegenwärtig keine Übereinstimmung. Unter der Autorität von Naegeli halten die einen an einer polyphyletischen Entwicklung fest, während die eigentlichen Darwinianer einen monophyletischen Aufbau des organischen Reiches annehmen. Der erst erwähnte Autor hat zuerst die Meinung der sprungweise fortschreitenden Ausbildung in geistvoller Weise auseinandergesetzt, während die anderen gerade in der allmähligen Umbildung den besonderen Charakter der organischen Formenwandlung erkennen.

Diese beiden Gegensätze stehen einander unvermittelt gegenüber. Welche Resultate aus der Naegeli'schen Theorie erwachsen, will ich durch seine eigenen Worte wiedergeben: »die allseitige Blutsverwandtschaft der jetzt lebenden Organismen und ebenso das phylogenetische System sind in Wirklichkeit nichts weiter als ein schöner Traum.« Trotzdem behauptet er aber, dass beide »wegen der Einheit der gesetzmässigen Entwicklung, welche durch die ganzen organischen Reiche besteht, in symbolischer Weise als allgemeine Normen

gelten, da die Organismen, wenn sie auch genetisch nicht verwandt sind, sich doch im grossen und ganzen so verhalten, als ob die Verwandtschaft bestände.«

Diese Auffassung bewegt sich meines Erachtens genau in demselben Rahmen, wie die formale Betrachtungsweise, wir können zwar etwas Bestimmtes über die genetische Zusammengehörigkeit der Formen nicht ausmachen, aber wir müssen sie uns in einer bestimmten Weise vorstellen.

Als Grundlage für die Betrachtung der Blüthenmorphologie bedient sich NAEGELI nur der Arbeiten, mit denen uns die formalen Morphologen beschenkt haben, und deutet sie in seinem Sinne um. Ich habe an vielen Einzelheiten nachgewiesen, dass diese Untersuchungen mangelhaft und fehlerhaft sind, und bin also nicht im Stande, den Schlussfolgerungen NAEGELI's beizustimmen.

Die zweite Richtung, welche an der monophyletischen Entwicklung und den allmähligen Übergängen festhält, stellt ebenfalls nur eine Frontenveränderung des ganzen Bestandes der früheren formalen Lehre dar. Mir ist wenigstens nicht bekannt, dass seit der Aufnahme der phylogenetischen Betrachtungsweise die Blüthenmorphologie durch wirklich wesentlich neue Thatsachen in umfangreichem Masse gefördert worden wäre. Man beurtheilt die Verwandtschaft der Formen nach genau denselben Gesichtspunkten, wie ehedem, als man noch nicht glaubte, dass unter dem Begriffe wirkliche Blutsverwandtschaft zu verstehen sei. Die rein formalen geometrischen Beziehungen werden also nur phylogenetisch umgedeutet: der Typus wird zur primären Form.

Hauptsächlich ist ein Gedanke dabei von massgebender Bedeutung geworden, der ebenfalls zuerst von NAEGELI recht gründlich betont wurde, nämlich derjenige der Reduktion. Der Process der Reduktion ist der wichtigste in der gesetzmässigen Entwicklung, »demzufolge nur die extremen Produkte der Differenzierung und auch die qualitativ und numerisch so viel als möglich beschränkt, räumlich neben einander liegen«.

Dieser Vorstellung NAEGELI's scheint mir keine unbedingte Überzeugungskraft zuzukommen. Ich habe in meiner obigen Darstellung ganz im Allgemeinen nachgewiesen, dass überall dort, wo Dehnungen in der Blüthenregion vorkommen, die freien Flächen mit Neubildungen besetzt werden. Ob sich nun ein Blattachselgrund in radialer oder tangentialer Richtung, oder das Blüthencentrum oder eine randliche Partie desselben oder ein Fruchtknoten durch interkalare Einschaltungen vergrössert, ist gleich, immer erscheinen an den Dehnungsflächen Neubildungen gleicher Art mit den benachbarten. Es ist doch

mindestens willkürlich, anzunehmen, dass diese Dehnungen ein Zeichen für einen phylogenetisch älteren, also niederen Zustand darstellen und dass das Unterbleiben jener Interkalationen einen Indicator für einen höheren Grad der Entwicklung abgebe. Ich kann mir z. B. nicht vorstellen, dass diejenigen Blüthen der Rosaceen, welche durch eine meristematische Gewebezone einen Hohlkörper hervorbringen, der mit Staubgefässen beladen wird, phylogenetisch tiefer ständen, als eine Blüthe von Sanguisorba etc.

Auch bei den Gramineen habe ich darauf hingewiesen, wie man wenigstens denselben Grad von Berechtigung zu der Annahme hat, dass die 6- und mehrmännigen Formen die höheren Entwicklungsstadien ausmachen, wie zu der Ansicht, dass sie die niederen seien. Nicht minder ist mir unverständlich, warum eine trikarpidiäre Caryophyllacee weiter fortgeschritten in der Entwicklung sein müsse als ein Malachium und Cerastium. Aus meinen Untersuchungen über die Bildung der Karpiden geht hervor, dass die Abwandlungen keineswegs sich vollziehen, um uns einen Fingerzeig für das phylogenetische System zu gewähren, sondern dass überhaupt die Reduktion nur eine Folge weit tiefer aufzufassender Stellungsvarianten früher Glieder ist. Nicht die phylogenetische Entwicklung vermag dieselben zu erklären, sondern allein der Contakt.

Aus meiner ganzen Darstellung wird, denke ich, hervorgehen, dass ich der phylogenetischen Auffassung des Systemes keineswegs ablehnend gegenüberstehe; im Gegentheil. Niemand kann die bis jetzt sicher fundierten Erkenntnisse über den phylogenetischen Zusammenhang der Gewächse, welche wir durch das vergleichende Studium der Phanerogamen und Cryptogamen gewonnen haben, höher schätzen als ich, und ich trage mich mit der festen Überzeugung, dass die Zukunft uns auch tiefer in die Beziehungen der offenblüthigen Gewächse unter einander einführen wird. Die ersteren sind aber nicht erlangt worden dadurch, dass man mit Vorstellungen und Symbolen operierte, sondern indem man die Entwicklungsgeschichte studierte. Ob wir mit Hülfe derselben auch die Verbindungen zwischen den höher organisierten Pflanzen ermitteln werden, weiss ich nicht.

Die bis zum Überdrusse discutierte Frage, ob die ontogenetische oder vergleichende Methode in der Blüthenmorphologie den Vorzug verdiene, kommt vorläufig nicht in Betracht; denn eine Vergleichung kann erst dann stattfinden, wenn die zum Vergleiche nothwendigen Beobachtungen wohl begründet sind.

Jedenfalls gilt es zunächst, die Ontogenese rein, d. h. ohne eine vor der Untersuchung festgesetzte Theorie, in umfangreichstem Masse zu studieren, damit wir erst einmal wirkliche positiv feststehende

Thatsachen erhalten, mit denen wir operieren können, und damit die Glaubenssätze, Vorstellungen und Meinungen, die sämmtlich ohne genügende Begründung gebildet worden sind, beseitigt werden. Vorläufig giebt es zwei neben einander laufende Richtungen in der Blüthenmorphologie, die eine ist die empirische, die andere die ideologische. Ein solcher Zustand ist in einer exakten Wissenschaft befremdlich, noch eigenartiger muthet die Annahme an, dass eine Thatsache für die reale Beobachtung richtig sein kann, dass sie aber falsch ist, wenn man »mehr eine phylogenetische Betrachtungsweise vorzieht«.

Es wäre doch ein eigenes Ding, wenn der Physiker oder Chemiker ein und dieselbe Thatsache bald bejahen bald verneinen wollte, je nachdem seine Arbeiten mehr aufbauender, empirischer oder mehr classificierender d. h. theoretischer Art sind. Wir müssen unbedingt, wenn die Morphologie den Anspruch auf eine exakte Wissenschaft erheben soll, danach trachten, diesen Dualismus zu beseitigen. Welche Richtung aber zu reformieren ist, darüber kann bei der erklecklichen Zahl thatsächlicher Irrthümer und der ungenügenden Begründung ihrer Thesen ein Zweifel wohl kaum obwalten.

Trotz des phylogenetischen Gewandes bewegt sich diese Richtung der Morphologie doch nur in den Bahnen des formalen Schematismus, die geometrischen Relationen der Diagramme werden nur phylogenetisch gedeutet. Die Beschäftigung steht auf der zweiten Stufe der Induktion, sie ist hauptsächlich Klassenbildung. Ich habe nun den Versuch gemacht, in meiner Arbeit diesen Zustand zu überwinden und zur dritten Stufe, zur Ermittlung des causalen Zusammenhanges vorzuschreiten.

Versuche, in die Blüthenmorphologie eine mechanische Auffassung zu bringen, sind bezüglich gewisser Einzelheiten schon gemacht worden. Wir finden, ich sehe dabei von den Untersuchungen Schwendener's, dessen Standpunkt ich vollkommen theile, ab, bei Eichler vielfach die Meinung, dass diese oder jene Erscheinung durch Druck zu erklären wäre. Auch gelegentlich der Besprechung der Prosenthese meinte er, dass die Alternanz der Quirle mechanisch viel leichter zu verstehen wäre; aber alle diese Bemerkungen sind mehr gelegentliche, meist für einen speciellen Fall zurechtgelegte Auskunftsmittel, als wohl erwogene, im Grossen durchgeführte Gedanken. Daneben finden sich auch scheinbar mechanische Erwägungen, die zwar so klingen, als ob Beziehungen zwischen Ursachen und Wirkungen festgesetzt werden sollten, die aber in Wirklichkeit nur die alten formalen Relationen implicit wiedergeben.

So sollen sich gewisse Stellungsverhältnisse, Verschiebungen u.s.w. ausgebildet haben, um das Gleichgewicht zu beiden Seiten der

Symmetrale zu gewinnen. Der Begriff des Gleichgewichtes ist aber in diesem Sinne durchaus nicht mit dem mechanischen zu identificieren, er ist nur bildlich zu verstehen und drückt dasselbe Verhältniss aus, als wenn EICHLER meinte, diese oder jene Disposition wird erlangt »der Symmetrie zu liebe«.

Wenn man sich einen Spross in derjenigen Region betrachtet, welche beschäftigt ist, Neubildungen, in Sonderheit neue Blüthen zu erzeugen, so wird man fast ausnahmslos die Wahrnehmung machen, dass sich die Organe in einem lückenlosen Zusammenschlusse, in engem Contakte befinden. Jeder Winkel, welcher zwischen zwei älteren Körpern sich aufgethan hat, wird auf das engste und knappste von jüngeren Gebilden ausgefüllt, und machen sich durch die Wachsthumsprocesse Bewegungen geltend, so werden die Lücken, welche nothwendiger Weise entstehen müssten, im Momente der Bildung wieder von den Neuanlagen in Anspruch genommen. Fassen wir unter den Körpern ein junges Blüthenprimordium ins Auge, so sehen wir, dass auch dieses sich einschmiegt an allen Stellen, wo sich ein freier Platz bietet, und in diesem Sinne kann man wirklich davon sprechen, dass sich ein Vegetationskegel wie eine halbplastische Masse verhält, die alle Ecken ausgiesst.

Vor allem ist aber an der Thatsache festzuhalten, dass dem jüngsten Blüthenkörper nicht die Fähigkeit zukommt, einen Stoss auf seine Umgebung auszuüben, so dass etwa eine in ihm wohnende Kraft, möge man diese nun mit dem Worte Bauplan, Typus, Primärform, atavistische Strebung oder sonst wie belegen, benachbarte Körper bei Seite schieben könne, um eine immanente Form zur Darstellung zu bringen. Die Richtigkeit dieser Behauptung wird bewiesen durch die Beobachtung, dass Hemmungen Abänderungen in dem gewöhnlichen Verlaufe der Blüthenausbildungen hervorbringen, ich habe deren bei der Entwicklungsgeschichte der Blüthen von Sisyrinchium, Pentstemon, Melampyrum, Rhodiola rosea u. s. w. erwähnt.

Aus dieser Beobachtung geht hervor, dass die Gestalt des Primordiums abhängig ist von den Räumen, welche durch die Veränderungen in der Lage der benachbarten Organe d. h. durch die Bewegungen derselben geboten werden. Aus der Richtigkeit dieses Satzes kann auch die Umkehr nicht angezweifelt werden, dass die Gestalt des Primordiums bei lückenlosem Contakte ein Indicator ist für die zur Verfügung stehenden Räume.

Ich bin nun über diese meiner Ansicht nach nicht zu bezweifelnden Sätze hinausgegangen, indem ich die Annahme gemacht habe, dass an den Stellen, in welche das Primord seine Ausgliederungen hineinschickt, ein Druckminimum des ganzen Systems liege. Wir sind

nicht im Stande, die Drucke in der Nachbarschaft zu messen, wir können nur durch Prüfung stets wiederkehrender Verhältnisse Druckdifferenzen schätzen und wissen, dass dort, wo ein freier Raum geschaffen würde, wenn er nicht durch das Wachsthum des Primords ausgefüllt würde, der Druck = 0 sein müsste. Ich würde von diesem Vorstellungskreise ganz Abstand genommen haben, wenn ich nicht in der Einführung desselben den Keim zu einem wichtigen Fortschritte in der Morphologie zu erkennen gemeint hätte. Wir werden nämlich an besonders geeigneten Objekten den Druck auf das sich entwickelnde Primord steigern und vermindern können. Ich gehe auf die Ausführung dieses Vorhabens gegenwärtig nicht ein, da meine Versuche sich erst in den Vorstadien befinden, sie haben mir aber die Erfahrung gebracht, dass die Möglichkeit gegeben ist. Damit würden wir dann im Stande sein, diesen Zweig der Morphologie experimentell zu behandeln und sie wenigstens in einigen Hinsichten mit der Physiologie auf eine Stufe zu erheben.

Die Gestalt des Primordiums eines Achselsprosses ist, wie ich oft genug oben betont habe, abhängig von dem Raume zwischen Tragblatt und Axe. Gleichgültig welcher Natur es ist, ob es den Anfang eines Laubsprosses oder eines Blüthensprosses darstellt, ist es von der Form, dass der Querschnitt eine Ellipse bildet. Fast ohne alle Ausnahmen (nur bei den ungemein excentrischen Ellipsen gewisser Monocotylensprosse habe ich Abweichungen gefunden) entstehen in den Enden der langen Axen zwei Primordialblätter. Je nachdem die Hauptaxe, an der das Primordium auftritt, ein disticbes oder spirales Blattsystem hat, treten dieselben simultan oder succedan auf, den gleichen oder ungleichen mechanischen Verhältnissen zur Mediane des Tragblattes conform.

Entwickeln die beiden Blätter grosse basale Scheiden, mit denen sie den Vegetationskegel, der elliptische Form behält, umfassen, so entsteht an dem Primord ein distiches Blattsystem. Bei den Gramineen, Iridaceen, einzelnen Bromeliaceen ist dieser Entwicklungsmodus in der vegetativen Sphäre allgemein vorhanden. Blüthensprosse distichen Aufbaues bis zum letzten Cyklus giebt es nicht, doch hält die Blüthe von Anthoxanthum odoratum die distiche Form bei, so lange die Bedingungen vorhanden sind: die Staubblätter setzen die Distichie, entsprechend den scheidig umfassenden Blattbasen der Glumen, fort; bei den Staubgefässen fällt dieses Moment weg und die Narbenstrahlen kreuzen sich dem Contakte gemäss mit ihnen.

Dehnt sich das Primord nach Anlage der Primärblätter einer Verbreiterung der Basen derselben entsprechend in radialer Richtung und gewinnt es wiederum die Form, welche im Querschnitte eine Ellipse giebt, so entsteht die decussierte Blattfolge, indem das zweite

Blattpaar abermals in den Enden der langen Axe auftritt. Bei den Laubsprossen kann die Zahl der Paare sehr gross sein, in den Blüthensprossen habe ich keine Form kennen gelernt, bei der die Dreizahl überschritten wird; gewöhnlich erscheint nach Vorausgang zweier Vorblätter, die aber auch fehlen können, nur der Kelch in decussierter Blattstellung, nach ihm treten auf dem dann isodiametrisch werdenden Blüthenboden simultan 4 Blumenblätter auf.

Die elliptische Form des Vegetationskegels bedingt stets die Anlage zweier Blätter in den Enden der langen Axe. Bei Meionectes werden die Staubgefässe superponiert über den Blumenblättern angelegt, weil der Blüthenboden nach Ausgliederung der flachen Blumenblattsäume diejenige Excentricität besitzt, dass die Staubgefässe noch Platz haben. Bei der Ausbildung dimerer Fruchtknoten habe ich stets die vorausgehende Dehnung im Blüthenboden nachweisen können.

Blüthen decussierten Baues sind fast stets Seitenblüthen, d. h. sie entstehen in der Achsel eines Tragblattes mit breitem Rückencontakte. Ich kenne nur eine normale Gipfelblüthe mit decussiertem Kelche: Adoxa moschatellina; als abnorme Erscheinung wäre vielleicht die häufigere Pelorie der Labiaten nach dieser Richtung zu prüfen: die voraufgehende decussierte Blattstellung macht die Annahme wahrscheinlich, dass der Kelch sich aus zwei decussierten Paaren aufbaut.

Viel complicierter und mannigfaltiger sind die Verhältnisse bei den Sprossen mit spiralen Blattsystemen. Betrachten wir zunächst die Gipfelblüthen der Dicotylen, so finden wir, dass dieselben ihre Organe an einem im Querschnitte kreisförmigen Vegetationskegel ausgliedern. Die Kelchblätter setzen die vorhergehende Blattspirale fort, sie wird dadurch abgeschlossen, dass an dem deprimierten Scheitel simultan ein Wirtel von Blumenblättern ausgegliedert wird. Die so häufig zu beobachtende Inconstanz in den Zahlenverhältnissen der Gipfelblüthen rührt davon her, dass bald ein Blatt mehr oder bald eins weniger in den Kelchverband eintritt.

Was die Lateralsprosse angeht, so sollen zuerst diejenigen in Betracht gezogen werden, welche von echten Tragblättern gestützt werden. Ganz allgemein findet man, dass auch hier dem Raume zwischen Tragblatt und Axe entsprechend ein transversal gestreckter, im Querschnitte elliptischer Körper als Primord auftritt. Nach der wiederholten Erfahrung erscheinen zwei Blätter in den Enden der langen Axe und zwar den verschiedenen Bedingungen auf der rechten und linken Seite, aus der Lage der Oberblätter hervorgehend, gemäss in succedaner Folge. In dem Primordium treten nach der Ausgliederung derselben verschiedene Transformationen ein: entweder dehnt es sich nach vorn zu und gewinnt im Querschnitte kreisförmige Gestalt, oder es macht

denselben Process in axoskoper Richtung durch oder es hebt sich allmählig die vordere Stirnkante und das Primord wird dreikantig.

Der erste Process bedingt, dass die zwei Primärblätter nach hinten, der zweite, dass sie nach vorn zusammengeschoben werden; der dritte bringt ebenfalls eine Zusammenschiebung nach hinten zu Wege. Fassen wir zunächst die beiden ersten ins Auge, die wiederum bei Laub- und Blüthensprossen vorkommen. Durch die Transformation wird die ursprüngliche Divergenz von 180° verändert, die beiden Primärblätter rücken zusammen, sie kommen im ersten Falle zu axoskoper, im zweiten zu phylloskoper Convergenz. Durch dieselbe werden in dem Systeme zwei Lücken mit verschiedenem Öffnungswinkel hervorgebracht: die grössere wird mit zwei, die kleinere mit einem Blatte verschlossen. Bei den Laubsprossen setzt sich dann das System mit complicierten Divergenzbrüchen, die sich allmählig dem Grenzwerthe der Hauptreihe nähern, fort, während bei den Blüthensprossen die spirale Anreihung durch 2 weitere Blätter, die zugleich die letzten sind, abgeschlossen wird. Sie treten in die grössten Lücken des Systemes, nämlich transversal zwischen das Einzelblatt und das Blattpaar. Die Primärblätter an dem Primord sind immer bei den soeben besprochenen Formen zwei Vorblätter, aus deren Achseln neue Sprosse gleicher Art den Blüthenstand fortsetzen. Die Blüthen mit axoskopen Vorblättern zeigen 3 Kelchblätter axenwärts, 2 blattwärts auf, sie sind bei weitem die häufigsten unter denen aktinomorph-pentamerer Gestalt; die mit phylloskopen sind selten, sie sind zu jenen invers orientiert und haben also 2 Kelchblätter nach hinten, 3 nach vorn gestellt. Sie finden sich bei dem Euphorbia-Cyathium, das als ein Mittelding zwischen Inflorescenz und Blüthe angesehen werden kann, und in den Mittelblüthen gewisser Doppelborragoide. Bei den letzteren wird die Stellung mechanisch erklärt dadurch, dass das Primord am Rücken stärker wächst als vorn in der Nähe des Tragblattes, es gewinnt die Querschnittsfigur eines Paralleltrapezes und die Vorblätter kommen auf diese Weise in phylloskope Convergenz.

Die dritte Art der Transformation ist in grosser Verbreitung bei den Monocotylenblüthen zu beobachten. Sie bringt das Stellungsverhältniss zu Wege, das durch $\frac{2}{1}$ ausgedrückt wird. Bei Laubsprossen habe ich es nicht beobachtet. Welcher Natur die Primärblätter sind, ist ohne Belang, immer entstehen die beiden ersten Organe transversal, das dritte mit einer Verzögerung im Auftreten vorn in der Mediane des Tragblattes. Ich habe diese spätere Ausgliederung auf den Druck zurückgeführt, den jenes auf die Stirnkante ausübt; es erscheint erst, nachdem durch die Weitung des Blattachselgrundes der

Raum beschafft worden ist, auf dem es seinen Platz finden soll. Die Primärblätter können zwei Perigonblätter, ein Vor- und ein Perigonblatt, zwei Staubgefässe, zwei indifferente Zapfen, aus denen die Perigonblätter hervortreten, oder zwei Fruchtblätter sein.

Bei den Pflanzen mit distichen Blattsystemen, die durch eine schmale Axe ausgezeichnet sind, ist der Rückencontakt ebenfalls weniger breit. Das Blüthenprimordium lappt sich demzufolge nach rückwärts und legt gewöhnlich vor den Primärblättern zwei kleine Läppchen an, welche zusammenschmelzen und das adossierte Vorblatt darstellen. Der Rückencontakt kann bei den Gräsern auf ein winziges Axenende zurücksinken, dann kann eine inactive Zellzone als Contaktkörper fungieren, wodurch die Gramineen pseudoterminale Blüthen erhalten. Endlich kann als Rückencontakt auch ein Blüthenprimord aus dem nächst höheren Tragblatte fungieren (Panicum, Zea u. s. w.). Bei den Monocotylen sind Terminalblüthen nicht zu selten; diese reihen im Gegensatz zu den vorhin erwähnten Gipfelblüthen der Dicotylen die Perigonblätter nicht in fortgesetzter Spirale an die Laubblätter an, sondern zeigen besonders zwei abweichende Verhältnisse. Bei Leucojum vernum und Galanthus wird der kreisförmige Vegetationskegel fast ganz von den zwei letzten Laubblättern verschlossen; zwei der Perigonblattanlagen treten aus den kleinen Lücken zwischen ihnen hervor, das dritte liegt vor einem Blatte. Bei Hydrocharis dagegen fällt ein Blatt über das untere Vorblatt des Sprosses, die zwei anderen entstehen unter dem Einflusse eines Rückencontaktes durch den Achselspross aus dem oberen Vorblatte, ähnlich ist der Sachverhalt bei den Gipfelblüthen von Crocus. Wenn bei den Lateralblüthen im grossen und ganzen die geschilderten Verhältnisse wiederkehren, so werden doch unter veränderten Contaktbedingungen auch Abweichungen hervorgerufen, über die nur von Fall zu Fall geurtheilt werden kann und die ich oben zu vergleichen bitte.

Eine Übergangsform zwischen den terminalen Blüthen und den lateralen gewähren diejenigen Pflanzen, bei welchen der Vegetationskegel durch Furchung in zwei Parzellen zerfällt. Die letzten beiden Blätter fungieren dann mechanisch als Tragblätter und bilden den Vordercontakt, zu ihnen erscheinen normal die ersten Primärblätter, indem für die ältere Blüthe das Primord der jüngeren und dann für die zweite die erste Blüthe als Rückencontakt functioniert: die beiden Blüthen entstehen unter Wechselcontakt.

Von trimerem Baue in den Blüthen sind auch einige dicotyle Geschlechter. Sie unterscheiden sich aber durch die umgekehrte Stellung der drei äussersten Phyllome: während bei den Monocotylen

zwei axoskop und eins phylloskop stehen, ist die Disposition bei den trimeren Dicotylen umgekehrt. Diese Blüthen sind mit den aktinomorph-pentameren zu vergleichen, bei welchen gewissermassen das letzte Blattpaar des Kelches nicht zur Entwicklung kommt. Bei Cinnamomum fand ich die Ursache der Stellung in einer geringeren Tiefe des Primords, das nicht die Umformung zu einem Kugelabschnitte gewann, sondern mehr ellipsoidisch blieb. Die drei Primärblätter nahmen den Umfang des Primords vollkommen in Anspruch und die Lücken, in welche sich bei den pentameren Blüthen das letzte Blattpaar stellt, fielen aus.

Eine Erwähnung verdienen noch die Wickelblüthen, welche sich im allgemeinen wie Blüthen mit axoskop convergierenden Vorblättern verhalten; dies gilt auch von den Wickeln, deren in der Gabel der Doppelwickel sitzende Terminalblüthen gleich den Blüthen mit phylloskop convergierenden Begleitblättern disponiert sind. Hier liegt also ein Wechsel der Disposition in derselben Art vor. Ähnlich verhalten sich die Borragoidblüthen, nur dass bei ihnen die Contakte nicht mehr von den Vorblättern gebildet, sondern durch die benachbarten Blüthen bedingt werden. Bei ihnen, wie bei allen symmetrischen Infloreseenzen, sind die Bedingungen, unter denen sich zwei auf einander folgende Blüthen entwickeln, spiegelbildlich gleich, daher sind sie unter sich symmetrisch gebaut. Verbindet man die Kelchblätter durch eine Curve, so hat dieselbe in beiden Blüthen gegenwendigen Verlauf.

Einige Pflanzengattungen, ich habe von ihnen Tropaeolum und Eryngium behandelt, weisen eine Kelchstellung derjenigen entsprechend auf, die aus zwei axoskop convergenten Vorblättern erwächst, trotzdem dass sie der letzteren entbehren. Bei ihnen habe ich nachgewiesen, dass die Oberblätter mit ihren stark convex vorspringenden Rückenflächen die Contakte bewirken. Die Vorblätter sind daher auch theoretisch nicht zu ergänzen.

Bei den pentamer-aktinomorphen Blüthen giebt es eine sehr grosse Zahl, in deren Kelche eine Spirale überhaupt nicht mehr nachweisbar ist. Unter Einwirkung des Contaktes bildet sich ein fünfseitiges Primord aus, auf dessen Ecken die 5 Sepalen simultan entstehen; zuweilen treten die Blumenblätter an Stelle der Kelchblätter, so dass jene entweder später auftreten, oder überhaupt nicht erscheinen. Selbst die Staubgefässe können aus einem amorphen Becher als die ersten Glieder der Blüthe hervorkommen. Zu diesen Formen gehören alle diejenigen Gestalten, deren Kelche sehr klein bleiben, entweder überhaupt zu keinem Verschlusse gelangen, oder nur schwach, gewöhnlich klappig decken. Zu der Aestivation, welche eine oft beob-

achtete Folge der spiralen oder succedanen Anlage ist, zur quincuncialen fehlt ihnen die besondere Bedingung, nämlich die Insertion der Sepalen in ungleicher Höhe. Hierher gehören viele Lonicereen, Anagallis, Armeria, einige Malvaceen, die Lobeliaceen.

Neben den mit Tragblättern versehenen Sprossen, bei denen jene als Contaktorgane für die Form der Primordien mitbestimmend wirken, giebt es nicht wenige, welchen diese Blätter fehlen. Bei ihnen ist es eine allgemeine Regel, dass das erste Blatt dort auftritt, wo das Tragblatt sich befinden müsste, gleichgültig, ob es sich um einen Laub- oder Blüthenspross handelt. Dieselbe Lage nimmt bei den Blüthen auch das erste Blatt ein, wenn das Tragblatt sehr klein ist und das Blüthenprimord sich so weit über dasselbe erhebt, dass der Contakt aufgehoben wird (Acer pseudoplatanus). Bei den tragblattlosen Blüthen wird die Stellung der Sepalen von dem Contakte mit den Nachbarblüthen bedingt; sie ist somit weniger constant, als bei den Blüthen, deren Tragblätter entwickelt sind (Primula, Acer, Triglochin, die obersten Blüthen an den Inflorescenzen von Tofjeldia). Bei den Dicotylen ist der Vegetationskegel zuweilen stark deprimiert, sodass er von den älteren Organen, die er hervorgebracht hat, überragt und geschützt wird. Diese Blüthen entbehren der Vorblätter und sind desshalb in einfach botrytischen Aggregaten zusammengestellt.

Was die Anlagefolge der ersten Blätter und somit den eigentlichen Anschluss anbetrifft, so ist dieselbe aufsteigend mit tetramerer Ausbildung bei den Cruciferen, Capparidaceen, bei Nymphaea und Victoria, inconstant succedan und pentamer bei Primula, den meisten Umbelliferen; bei den ersteren wird aber später gewöhnlich die Lobelienstellung gewonnen. Abhängig von der Form der Primordien, die wieder durch den Contakt bedingt wird, ist die Entwicklung bei vielen Arten der Gattungen Allium, Urtica u. s. w., bei anderen Allium-Arten, deren Blüthen durch ein Band zu Bündeln vereint werden, ist die Blüthenstellung constant.

Die letzte Art der Blattausgliederungsmoden ist die zygomorphe. In der vegetativen Sphäre ist sie besonders bei denjenigen Gewächsen entwickelt, welche eine horizontale Ausbreitung ihrer Zweige aufweisen, z. B. bei den Bäumen mit schirmförmigen Ästen (Linde, Ulme, Erle u. s. w.) und den kletternden Leguminosen. Über die mechanischen Verhältnisse der Blüthensprosse ist vorläufig nur festzusetzen, dass sie stets axillär und mit einem Tragblatte versehen sind, d. h. dass zu ihrer Entstehung der Vorder- und Rückencontakt nothwendig ist. In diesem Umstande dürfte die Ursache liegen, dass es keine zygomorphen Endblüthen giebt, dass der Blüthenspross viel-

mehr unter Aufhebung dieser Bedingung radiär und aktinomorph wird (Pelorien). Ich kann desshalb auch den Morphologen nicht beistimmen, welche bei dichasialer Verzweigung von zygomorphen Gipfelblüthen sprechen (Pentstemon); eine solche kann nur dann gesehen werden, wenn sie entsteht losgelöst von dem Contakte des Tragblattes und der Axe. Stimmt man dieser Ansicht nicht zu, dann muss man alle lateralen Blüthen, denen 2 Vorblätter vorausgehen, für Gipfelblüthen ansehen und schliesslich überhaupt jede Blüthe als solche betrachten, denn in der That beschliesst sie doch eine Axe.

Die zygomorphen Blüthen sind ausgezeichnet durch die Schiefe des Blüthenbodens, welche bis zur Anthese erhalten bleibt. Es giebt auch Blüthen, welche, zuerst zygomorph angelegt, später durch Hebung des bodenwärts gewendeten Theiles der schiefen Ende aktinomorph werden (Polygonum, Statice, Rhododendron u. a., auch die gewöhnliche Form der Monocotylenblüthen nähert sich diesen Gebilden). Auf der anderen Seite können aktinomorphe Blüthen durch Dehnung in einer bestimmten Richtung und durch ungleiche Ausbildung gewisser Cyklenglieder (Aesculus, Cardiospermum, Tropaeolum), oder durch die letzte Veränderung allein (Compositen, Umbelliferen, Onagraceen) pseudozygomorph werden.

Ich habe zwei Arten der Zygomorphie zu unterscheiden, die, welche bedingt wird durch aufsteigende, die andere, welche hervorgerufen wird durch absteigende Anlage des Kelches. Für die erste gilt als besonderes Beispiel die Familie der Papilionaceen; für die letztere die Gruppe der Labiatifloren im weitesten Sinne, wenn auch bei ihr Ausnahmen vorkommen. Bei den Labiatifloren wird zuerst wie bei den meisten anderen Gewächsen ein im Querschnitte elliptisches Primord gebildet, in dessen langer Axe 2 Primärblätter auftreten, die entweder 2 Kelchblätter (bei den einfach botrytischen Infloresenzen) oder zwei Vorblätter (bei den verzweigten Blüthenständen) darstellen. Der Vegetationskegel des flachen Primords liefert das dritte Blatt; mittlerweile wird für die zwei Vordersepalen durch die Hebung der Stirnkante ein Raum geschaffen, den diese bald darauf einnehmen. Da das Primordium sich stets hoch über die Vorblätter erhebt, so stehen sie ausser Contakt mit der Neubildungen erzeugenden Sphäre und wirken nicht bedingend auf die Stellung der Sepalen ein: bei diesen Gewächsen wird stets dieselbe Sepalenstellung gewonnen, mögen Vorblätter vorhanden sein oder nicht. Desshalb liegt auch keine zwingende Nothwendigkeit vor, dort, wo sie fehlen, eine theoretische Ergänzung vorzunehmen; sie sind diesen Blüthen ebenso wenig hinzuzufügen, wie denen der Cruciferen, Primulaceen, Tropaeolen, Eryngien, der übrigen Umbelliferen und

Compositen und denen von Fumaria, bei welchen überdiess kein Platz vorhanden ist, an dem sie sich zu der normalen Zeit einfinden können.

Die Symmetrale der zygomorphen Blüthen geht gewöhnlich durch die Mediane der Tragblätter; abgesehen von den bei den Borraginaceen und Solanaceen berührten Ausnahmen, finden sich auch unter den Leguminosen Blüthen, deren Symmetralen der Anlage nach die Medianen unter einem Winkel schneiden.

Die vier Formen der Blattanreihung an vegetativen Sprossen, die distiche, decussierte, spirale und zygomorphe, möchte ich für besondere, von einander zu trennende Blattstellungen halten, trotzdem dass zwischen ihnen Übergänge nicht fehlen. Seitdem wir durch Schwendener's Untersuchungen über die Blattstellungen einen tieferen Einblick in das Wesen der Anreihung der Blätter gewonnen haben, wissen wir, dass die spirale durch ein scharfes Merkmal von den übrigen Blattstellungen zu trennen ist. Sie wird dadurch gekennzeichnet, dass die Blätter ursprünglich unter Wickeln, welche sich dem Grenzwerthe der Hauptreihe nähern, angelegt werden: die Stellungen mit weniger complicierten Divergenzquotienten werden erst durch die Zahl der Blattspuren secundär erzeugt. Nach dieser Definition fallen die $\frac{1}{2}$-, die $\frac{1}{2}$-$\frac{1}{4}$-Stellung, sowie die, nur durch sehr complicierte Brüche ausdrückbaren zygomorphen Anreihungen von selbst aus der spiralen Disposition heraus.

Eine Untersuchung über den Punkt, welche dieser Stellungen die primäre gewesen ist, dürfte heute noch ziemlich resultatlos verlaufen. Gemeinlich sieht man die spirale für die phylogenetisch ältere an. Wenn ich aber erwäge, dass sämmtliche Angiospermen und manche Gymnospermen ihre Keimblätter unter einer Divergenz von 180° anlegen, und wenn ich bedenke, dass die Zahl der Pflanzen, welche Übergänge aus der distichen und decussierten Stellung in die spirale zeigen, sehr gross, das umgekehrte Verhältniss an derselben Axe aber kaum vorkommt, so scheint mir eine abweichende Ansicht nicht unbedingt verwerflich zu sein. Die erste Thatsache könnte bei den Anhängern der phylogenetischen Betrachtungsweise desswegen eine gewisse Beachtung beanspruchen, weil hier einer der wenigen Fälle vorliegt, auf die das phylogenetische Grundgesetz in der Botanik Anwendung finden kann, dass die Ontogenese zusammengedrängt den Entwicklungsgang der Pflanze in phylogenetischer Hinsicht wiederholen soll.

Nach meinen Beobachtungen werden wir wahrscheinlich fernerhin die Blüthen in minder hervorragendem Masse als bisher für die

Ergründung der Blutsverwandtschaft der Pflanzen verwenden können, weil die Blüthen in ihrer Entwicklung, wegen der Einflüsse der Contakte, nicht immer den inhärenten Charakter klar zum Ausdrucke bringen, sondern abhängig sind von den Bewegungserscheinungen der Organe in ihrer Nachbarschaft. Schon früher ist mehrfach behauptet worden, dass sie zu sehr von Anpassungen an bestimmte äussere Bedingungen beeinflusst werden. Wie in der Zoologie werden wir vielleicht zurückgreifen müssen auf diejenigen Vorgänge, welche sich im Inneren der Samenanlage bei der Entwicklung des Embryos, der den oben erwähnten Eingriffen entzogen ist, abspielen. Nicht minder dürfte die anatomische Gliederung, soweit sie unberührt von äusseren Einflüssen sich entwickelt, von erheblichem Belange für die Erkenntniss des phylogenetischen Aufbaues des Pflanzensystems sein. Die ganze Frage, welche Charaktere als der Ausdruck der erblich übertragenen Besonderheiten anzusehen sind, bedarf einer erneuten und kritischen Untersuchung.

Das Endergebniss dieser Arbeit ist somit ein doppeltes: es ist negativ insofern, als ich mich bemüht habe, die Spiraltheorie in den Blüthen als reell nicht genügend begründet zu erweisen, positiv insofern, als ich versucht habe, an Stelle dieser Theorie neue Gesichtspunkte zu entwickeln oder wenigstens ältere wieder in Erinnerung zu bringen und fester zu fundieren. Ohne gegen die phylogenetische Methode an sich irgend einen Einspruch zu erheben, kann ich ihren Resultaten nicht beitreten, soweit sie dieselben aus der Spiraltheorie der Blüthen zieht. In der Morphologie, besonders in der der Blüthen, ist es vor Allem nöthig, die von Hofmeister, Schwendener und Goebel so glücklich eröffneten Bahnen der Untersuchung weiter zu verfolgen. Es wäre für unsere Wissenschaft äusserst wünschenswerth, dass ihre Periode der vorgestellten Processe und der symbolischen Auffassung vollendet wäre, denn von Speculationen und von Transformationen an schematischen Diagrammen ist eine wirkliche Vermehrung unserer Erkenntnisse kaum noch zu erhoffen. Wir müssen in der Zukunft unbedingt zurückkehren zu dem Studium der realen Objekte, besonders aber zu einer vorurtheilsfreien Untersuchung über die Entwicklung der Blüthen. Der Blüthenmorphologie in ihrer bisherigen formalen Auffassung gebricht es nicht an Gedanken und Vorstellungen, wohl aber an sicher begründeten Thatsachen.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Schema der Blattstellungen nach dem Grenzwinkel 137° 30′ 28″.
Fig. 2. Galtonia candicans Dcne., Contakt des Blüthenprimordiums, das Tragblatt ist zurückgeschlagen; rechts tiefer, links höher inseriertes Oberblatt.
Fig. 3. Dieselbe, Anlage des ersten Blattes.
Fig. 4. Dieselbe, Ausbildung des äusseren Perigoncyklusses.
Fig. 5. Hosta plantaginea Aschs., Contakt und Auftreten des ersten Blattes.
Fig. 6. Dieselbe, Anlage der 2 ersten Perigonblätter.
Fig. 7. Dieselbe, Anlage des 3ten Perigonblattes.
Fig. 8. Ornithogalum latifolium L., abnorme Stellung der beiden ersten Perigonblätter.
Fig. 9. Scilla Italica L., Anlage des Vorblattes und des äusseren Perigonkreises.
Fig. 10. Lilium bulbiferum L., oberste Blüthe der Inflorescenz, *v* Vegetationskegel der letzteren.
Fig. 11. Scilla Sibirica L., Anlage einer zweiblüthigen Inflorezscenz *a* und *b* Parzellen des Vegetationskegels.
Fig. 12. Dieselbe, jugendliche Inflorescenz, bei *k* Knospe mit dem ersten dorsalen Blatte, mit Vorbereitung zu einem zweiten Blüthenstande.
Fig. 13. Colchicum autumnale L., Parzellierung des Vegetationskegels.
Fig. 14. Dieselbe, fl^1 erste Blüthe, f^6 das sechste Blatt des Systemes.
Fig. 15. Dieselbe, f^6 resp. f^5 wie in voriger, *R* Furche, welche fl^2 von *P* trennt.
Fig. 16. Dieselbe, 4-blüthige Inflorescenz.
Fig. 17. Dieselbe, freigelegtes Knollenpaar, *kn* und *kn′* junge Inflorescenzen.
Fig. 18. Dieselbe, Knollen in der Form von Internodien in jugendlichem Zustande, *kn* wie oben.
Fig. 19. Scirpus maritimus L., Contakt der Blüthe in der Achsel von *D*, s^1 und s^2 erstes Staubgefässpaar.
Fig. 20. Dieselbe, Blüthe nach Entstehung des dritten Staubgefässes.
Fig. 21. Carex riparia L., Spitze der weiblichen Inflorescenz.
Fig. 22. Dieselbe, weibliche Blüthe, Anlage der beiden Primordien des Schlauches.
Fig. 23. Dieselbe, erste Anlage des Blüthenprimordiums, *Ck* Axenende (Rhachilla).
Fig. 24. Dieselbe, weiter entwickelt.
Fig. 25. Dieselbe, Entstehung zweier Griffeläste.
Fig. 26. Dieselbe nach der Erscheinung des dritten Griffelastes.
Fig. 27. Carex hirta L., reifende Frucht, die eine Kante und Narbe auf das Tragblatt zugekehrt (scheinbar abnorme Stellung der Karpiden).
Fig. 28. Schoenoxiphium rufum Nees, Frucht mit Rhachilla (*Ax*), *kn* Rudiment eines Sprosses.

Tafel II.

Fig. 1. Carex spartea Spr. mit Androschoenoxiphium, Vorderansicht zum Tragblatte des Systemes.

Fig. 2. Dieselbe, Rückansicht.

Fig. 3. Schoenoxiphium lanceum K. Sch., *K* Fruchtknoten der weiblichen Blüthe, *St* Griffeläste, *Ax* der bandförmige Träger des Androschoenoxiphiums; f' wie oben.

Fig. 4. Carex gracilis Curt., männliche Blüthe mit Utriculus.

Fig. 4a. Elyna scirpina Pax, Blüthenstand mit einer weiblichen und mit zwei männlichen Blüthen f^1, f^2 die Tragblätter derselben, f^3 steriles Blatt am Axenende.

Fig. 5. Asparagus maritimus L., erste Anlage des Axillarsprosses, rechts und links Primordien zweier Blüthen.

Fig. 6. Dieselbe, weitere Ausbildung der Blüthen.

Fig. 7. Dieselbe, Auftreten des Begleitblattes.

Fig. 8. Juncus bufonius L., *fl* und *fl'* zwei Blüthenprimordien, s^1 und s^2 die ersten Perigonblätter, f^1 und f^2 die beiden Primordien des adossierten Vorblattes, x und y Zwischenblätter.

Fig. 9. Dieselbe, junge Blüthe, das dritte äussere Perigonblatt noch sehr klein.

Fig. 10. Leucojum vernum L., Vegetationskegel mit dem 3ten Blatte und Anlage des 4ten.

Fig. 11. Dieselbe, Anlage der Blüthe und Ausgliederung des ersten Spathenblattes.

Fig. 12. Dieselbe, f^6 rechtes Blatt, α und β Spathenblätter, *kn* Knospe in der Achsel des 5ten Blattes, *kn'* zweite Knospe, *v* Vegetationskegel der ersten, *f* erstes Blatt derselben.

Fig. 13. Dieselbe, Diagramm einer jungen Zwiebel, 1—6 die auf einander folgenden Blätter, *Ax* der blühende Schaft des vorigen Jahres; in der Achsel von 5 die Knospe für das nächste Jahr.

Fig. 14. Galanthus nivalis L., Anlage der paarigen Perigonblätter s^1 und s^2, α und β Spathenblätter.

Fig. 15. Leucojum aestivum L., Entstehung der beiden Spathenblätter.

Fig. 16. Dieselbe, Primanblüthen und Anlage einer Secundanblüthe *fl'*.

Fig. 17. Dieselbe, Partialschraubel, *fl'* Secundanblüthe, β' Tragblatt derselben, *v* Primordium der Tertianblüthe, β'' Tragblatt derselben, zugleich Vorblatt von *fl'*.

Fig. 18. Dieselbe, Knospe der Inflorescenz; *Kn* Knospe, *Kn* links accessorische Knospe, α und β und α' und β' deren Spathenblätter.

Fig. 19. Dieselbe, Zerfall des Vegetationskegels in zwei Blüthenprimordien.

Fig. 20. Hemerocallis radicans, Blüthe, an der das Perigonblattpaar normal zum Tragblatte entwickelt ist, β Vorblatt derselben und Tragblatt der folgenden Blüthe *pr*.

Fig. 21. Dieselbe, Entwicklung des Vorblattes f^1 und des ersten Perigonblattes f^2 einer Blüthe.

Fig. 22. Hydrocharis morsus ranae L., Inflorescenzprimordium *pr* mit Anlage des ersten Vorblattes *f* gegenüber der Laubknospe *Kn*.

Fig. 23. Dieselbe, Perigonanlage der männlichen Terminalblüthe *t* von oben gesehen, α das erste, β das zweite Vorblatt, fl^1 und fl^2 deren Achselprodukte, s^1 erstes Perigonblatt, s^2 und s^3 die paarigen des ersten Cyklusses.

Fig. 24. Dieselbe, wickelige Specialinflorescenz aus der Achsel von α.

Fig. 25/27. Sisyrinchium anceps L., Entwicklung der Laubknospe.
Fig. 28. Dieselbe, Contakt des Vegetationskegels *v* mit dem zunächst älteren Blatte f^1, das in der Mediane halbiert ist, Lage der Laubknospe *Kn*.
Fig. 28a. Dieselbe, Lage der Knospe *Kn* von vorn gesehen.

Tafel III.

Fig. 1. Sisyrinchium anceps L., jugendlicher Blüthenstand; *f* letztes Laubblatt, *Kn* Laubknospe, *D* und D^1 Tragblätter der Blüthen *fl* und *fl'*, *v* Vegetationskegel.
Fig. 2. Dieselbe, jugendliche Inflorescenz von oben gesehen, Bezeichnungen wie oben.
Fig. 3. Dieselbe, bei *fl* Verzögerung des unpaaren Gliedes durch Contakt mit *f*.
Fig. 4. Dieselbe, *fl* wieder eine Blüthe, bei der st^v in der Ausbildung verzögert ist; an fl^2 werden die äusseren Perigonblätter eben sichtbar; *pa* äusseres Perigonblatt von *fl*; *pi* inneres Perigonblatt.
Fig. 5. Dieselbe, Entstehung der Narbenstrahlen *Sti*, *pa* und *pi* wie oben.
Fig. 6. Gladiolus imbricatus L., Entstehung von 3 Blüthen, bei *fl* Ausgliederung des einen Primordiums des adossierten Vorblattes *B*.
Fig. 7. Dieselbe, erste Anlage der Blüthe *B* und *B'* Primordien des adossierten Vorblattes.
Fig. 8. Dieselbe, Anlage der äusseren Perigonblätter aus den Staubgefässen, *B* Vorblatt.
Fig. 9. Dieselbe, weitere Entwicklung der Blüthe. An den hinteren Staubgefässen sind die Perigonblätter bereits sehr gross, an dem vorderen ist es noch nicht sichtbar, *pi* hinteres inneres Perigonblatt.
Fig. 10. Iris Germanica L., Inflorescenzspitze, Blüthen *fl* und *fl'* in spiraliger Folge.
Fig. 11. Dieselbe, Anlage der Narbenstrahlen *Sti*.
Fig. 12. Triticum vulgare L., Endährchen, *sp* und *sp'* Rudimente der Tragblätter, *fl* und *fl'* Blüthen.
Fig. 13. Phalaris Canariensis L., Anlage der Inflorescenz.
Fig. 14. Dieselbe, Ausgliederung der Blüthenprimordien fl^1 — fl^3 und *v*.
Fig. 15. Streptochaeta spicata Schrad., Ährchen.
Fig. 16. Dieselbe. Endkolben der Inflorescenz.
Fig. 17. Hordeum vulgare L., Anlage der Inflorescenz.
Fig. 18. Dieselbe, Inflorescenz weiter entwickelt.
Fig. 19. Dieselbe, Blüthe, erste Anlage, *ps* die Palea superior, *Ck* das Axenende.
Fig. 20. Dieselbe, Specialinflorescenz, *Ck* Contaktkörper, Axenende.
Fig. 21. Dactylis glomerata L., 3 Specialinflorescenzen.
Fig. 22. Alopecurus pratensis L., junges Ährchen.
Fig. 23. Dactylis glomerata L., Endblüthchen, *Ax* Axenende.
Fig. 24. Phleum Boehmeri Wib., Blüthenanlage, *Ck* Contaktkörper.
Fig. 25. Zea mays L., männliches Ährchen, gl^1—gl^3 Glumen, *Ck* Contaktkörper, zweite Blüthe aus der Achsel von gl^3.
Fig. 26. Dieselbe, zwei junge männliche Ährchen.
Fig. 27. Dieselbe, weibliches Ährchen, *ps* Palea superior, *Cp* Fruchtblatt, *a* Staubgefässe.
Fig. 28. Dieselbe, weibliches Ährchen, *flm* Rudiment der männlichen Blüthe.
Fig. 29. Panicum miliaceum L., zwei Specialinflorescenzen, *Ck* Contaktkörper.
Fig. 30. Paspalum stoloniferum Bosc, Specialinflorescenz, *Ck* Contaktkörper.

Tafel IV.

Fig. 1/5. Oryza sativa L., Entwicklung der Blüthe.
Fig. 6. Anthoxanthum odoratum L., Ährchen, *a* und *a'* Staubgefässanlagen.
Fig. 7. Dieselbe, Ährchen weiter entwickelt.
Fig. 8. Dieselbe, Entwicklung des Fruchtknotens *Fr*.
Fig. 9. Tradescantia Virginica L., Anlage des Doppelborragoids, *v* Vegetationskegel, *fl'* erste Blüthen, s^1 erste Kelchblätter.
Fig. 10. Dieselbe, Blüthenentwicklung, $\beta - \beta''$ Trag- resp. Vorblätter der Blüthen, s^1 erste Kelchblätter, *F* die Furche, welche Blüthe und conjugierte Vegetationskegel trennt.
Fig. 11. Dieselbe, Form des Vegetationskegels.
Fig. 12. Dieselbe, Anlage der Staubgefässe, Furchung des Vegetationskegels, *F* Furche.
Fig. 13. Aneilema Forskalii Kth., Bildung des Borragoids durch Furchung und Kelchanlage der Blüthe, *v* Vegetationskegel, $s^1 - s^3$ Kelchblätter, β Vorblatt.
Fig. 14. Dieselbe, weitere Entwicklung der Blüthe, $st^1 - st^2$ Staubgefässe, *pi* erstes inneres Perigonblatt; in der Achsel von β weitere Fortsetzung des Borragoids, *fl* Anlage der zweiten Blüthe.
Fig. 15. Dieselbe, weitere Entwicklung der Blüthe, *pi'* die zwei letzten inneren Perigonblätter, vor denen *std* die Staminodien.
Fig. 16. Dieselbe, junge Blüthe, *sta* vorderes Staminod.
Fig. 17. Tofjeldia calyculata L., Scheitel eines Sprosses mit Blüthenanlagen.
Fig. 18. Dieselbe, Lücke an der Spitze der Axe nach Anlage der Blüthenprimordien, bei fl^1 und fl^2 die ersten Blätter, an fl^3 Entstehung des Calyculus.
Fig. 19. Dieselbe, weitere Entwicklung der lateralen Blüthen, Anlage des Calyculus.
Fig. 20. Dieselbe, Entstehung der ersten zwei Staubgefässe.
Fig. 21. Dieselbe, Anlage des ersten Androecealcyklusses.
Fig. 22. Allium schoenoprasum L., Blattscheide, *Du* Durchtrittsort des inneren Blattes oder der Inflorescenz.
Fig. 23. Dieselbe, junge Inflorescenz.
Fig. 24. Dieselbe, etwas ältere Inflorescenz.
Fig. 25. Dieselbe, Gipfel einer Inflorescenz, Entstehung der Blüthenprimordien in absteigender Folge.
Fig. 26/28. Dieselbe, Blüthenentwicklung.

Tafel V.

Fig. 1. Allium odorum L., Blüthengruppe von der Hülle *H* umfasst; *F* Furche, welche *v* den Vegetationskegel von fl^3 abtrennt; *E* und *E'* Orte, an denen die ersten Perigonblätter erscheinen werden.
Fig. 2. Dieselbe, Anlage des äusseren Perigons und der ersten Staubgefässe.
Fig. 3. Triglochin maritima L., Spitze der Inflorescenz mit Blüthenprimordien.
Fig. 4/5. Dieselbe, Blüthenentwicklung.
Fig. 6. Fuchsia (Gartenform), Anlage der Blüthe.
Fig. 7. Dieselbe, Anlage des Laubsprosses.
Fig. 8. Syringa vulgaris L., Anlage eines Laubsprosses.

Fig. 9. Iberis sempervirens L., Scheitel einer Inflorescenz, *k* die sogenannten Vorblätter.
Fig. 10. Erysimum Perofskianum F. et M., Scheitel einer Inflorescenz.
Fig. 11. Gynandropsis pentaphylla L., Scheitel einer Inflorescenz.
Fig. 12. Victoria regia Hook.fil., *f* Blatt, *fl* Blüthenknospe, *stp* Stipularscheide.
Fig. 13. Dieselbe, Vegetationskegel, pr^1 — pr^5 Primordien, von denen das letzte eine Blüthe wird; Blatt- und Blüthenanlagen bilden ein Doppelspiralsystem.
Fig. 14. Galium cruciata Scop., Sprossscheitel, *if* Inflorescenzprimordium.
Fig. 15. Dieselbe, Sprossgipfel. in der Achsel des linken Blattes eine Inflorescenz, in der des vorderen zwei Blüthenprimordien *pr*.
Fig. 16. Dieselbe, Blüthenstand mit 4 Blüthenanlagen, *Lb* Laubblatt, *st* Nebenblatt.
Fig. 17. Dieselbe, Blüthenstand weiter entwickelt, bei *M* mittlerer Achselspross.
Fig. 18. Dieselbe, Blüthenstand mit Blattdrilling *f* und *f'*; bei fl^5 und fl^6 Entwicklung der Blüthe.
Fig. 19. Sherardia arvensis L., Sprossspitze, if^1 und if^2 Inflorescenzprimordien, *v* Vegetationskegel.
Fig. 20/23. Spermacoce tenuior Gärtn., Blüthenentwicklung.
Fig. 24. Richardsonia Brasiliensis Gomez, Inflorescenz, *S* Primordium, welches durch die Furche *F* in eine Blüthe und einen neuen Vegetationskegel zerlegt wird, *f* und *f'* Trag- resp. Vorblätter.
Fig. 25. Dieselbe, Blüthenentwicklung.
Fig. 26. Diclytra spectabilis DC., Sprossgipfel, *v* Vegetationskegel, *D* Deckblatt, *s* Kelchblatt, α und β Vorblätter.

Tafel VI.

Fig. 1. Diclytra spectabilis DC., Blüthenanlage, α und β Vorblätter, *s* Kelchblätter, *pa* äussere, *pi* innere Blumenblätter, *st* Staubgefässe.
Fig. 2. Corydalis lutea L., Sprossspitze mit einer Blüthenanlage, *s* Kelchblatt.
Fig. 3. Dieselbe, Blüthenanlage, *s*, *pa*, *pi*, *st* wie oben.
Fig. 4. Chelidonium majus L., Blüthenstand, γ drittes Blatt des Sprösschens, *t* Terminalblüthe, fl^1—fl^5 Seitenblüthen.
Fig. 5. Dieselbe, *t* Terminalblüthe fl^1—fl^3 Anlagen von Lateralblüthen, Kelchblätter der Terminalblüthe transversal.
Fig. 6. Dieselbe, Lage des Kelches *s* und *s* an Lateralblüthen und Entstehung des Tragblattes *D*, Kelchblätter der Terminalblüthe median.
Fig. 7. Papaver orientale L., junge Blüthe mit bisepalem Kelche, 1—5 vorausgehende Blätter, *s* und *s'* Kelchblätter.
Fig. 8. Dieselbe, Blüthe von der entgegengesetzten Seite.
Fig. 9. Dieselbe, Blüthe von oben.
Fig. 10. Dieselbe, junge Blüthe mit trisepalem Kelche, s^1—s^3 Kelchblätter.
Fig. 11. Dieselbe, junge Blüthe mit 2 grossen, und einem kleinen Kelchblatte s^3.
Fig. 12. Litorella lacustris L., Blüthenstand, 1—4 die ersten Blätter, 4 zugleich das erste Kelchblatt, *fl a* erste accessorische Blüthe.
Fig. 13. Dieselbe, Entstehung der männlichen Blüthe.
Fig. 14. Dieselbe, weibliche Blüthe, Anlage des Fruchtblattes.
Fig. 15. Dieselbe, Knospe eines Läufers, in der Achsel der ersten beiden Blätter noch die Anlage zweier weiblichen Blüthen *fl f*.

Fig. 16. Vaccaria parviflora Mnch., Anlage eines Seitenstrahles *z*, mit dem ersten Vorblatte *α*.

Fig. 17. Dieselbe, zwei Vorblätter *α* und *β* mit axoskoper Convergenz.

Fig. 18. Dieselbe, Anlage des Androeceums und Dehnung des Blüthenbodens.

Fig. 19. Saponaria ocymoides L., Dehnung des Blüthenbodens und Anlage der beiden Fruchtblätter *Cp*, in den Enden der langen Ellipsenaxe.

Fig. 20. Dieselbe, spätere Abrundung des Fruchtknotens zu kreisförmigem Querschn itte.

Fig. 21. Stellaria media L., f. triandra. Entstehung der Staminalhöcker.

Fig. 22. Dieselbe, Staubgefässe und Fruchtknoten, *p* Petalenanlage.

Fig. 23. Dieselbe, Weiterentwicklung des Blumenblattes *p*.

Fig. 24. Dieselbe, Contaktbild bei der Anlage des Fruchtknotens.

Fig. 25. Tilia platyphyllos Scop., Achselprodukt eines Blattes, *α* und *β* Vorblätter der Axe.

Fig. 26. Dieselbe, Achselprodukt weiter entwickelt, *if* Inflorescenz, *l* Laubspross.

Fig. 27. Dieselbe, junge Inflorescenz, *z* drittes Blatt, *α* und *β* Tragblätter der Seitenstrahlen.

Fig. 28. Dieselbe, junge Inflorescenz weiter entwickelt.

Fig. 29. Dieselbe, *t* Mittelblüthe mit 3 Kelchblättern, die Seitenstrahlen aus *α* und *β* weiter ausgebildet.

Fig. 30. Dieselbe, *t* Mittelblüthe, Seitenstrahl aus *α* mit den Vorblättern *α'* und *β'*.

Fig. 31. Dieselbe, Seitenstrahl aus *α* weiter entwickelt, mit zwei Blüthenanlagen in den Achseln von *α'* und *β'*.

Fig. 32. Dieselbe, erste Anlage der Staubgefässbündel *st*, vor den Blumenblättern *p*.

Tafel VII.

Fig. 1. Tilia platyphyllos Scop., Contaktbild bei der Anlage des Fruchtknotens *Fr*.

Fig. 2. Dieselbe, Theil des Androeceums nach Anlage aller Staubgefässelemente

Fig. 3. Sedum Maximowiczii Reg., junge Inflorescenz 1—6 Blätter, davon 1—4 in decussierten Paaren, 5 und 6 leiten zur Spiralstellung über; von der Rückseite gesehen.

Fig. 4. Dieselbe, Anlage eines Doppelborragoids.

Fig. 5. Sedum spectabile Sieb., Entstehung einer Borragoidblüthe, s^1—s^3 die ersten 3 Kelchblätter, fl^1—fl^3 successive Blüthen, die letzte erst in der frühesten Anlage ausgebildet.

Fig. 6. Euphorbia palustris L., Anlage eines Cyathiums.

Fig. 7. Dieselbe, junges Cyathium von oben, das Primord zu einem im Querschnitte kreisförmigen Körper abgerundet mit phylloskoper Convergenz der Vorblätter, *s'* erstes Kelchblatt.

Fig. 8. Dieselbe, junges Cyathium mit 2 Kelchblättern.

Fig. 9. Dieselbe, junges Cyathium, 3 Kelchblätter entwickelt.

Fig. 10. Dieselbe, Cyathium, Contaktbild bei der Anlage des Fruchtknotens *Fr*, 1—5 Staubgefässe, in den Zahlen den Blättern entsprechend, vor denen sie stehen.

Fig. 11. Tribulus terrestris L., Entstehung des Borragoids, *fl* von *v* durch eine Furche getrennt, s^1—s^5 Kelchblätter der älteren Blüthe, *α* und α^1 Vor- resp. Tragblätter.

Fig. 12. Dieselbe, weitere Entwicklung mit Anlage der ersten 2 Kelchblätter an *fl*.

Fig. 13. Tribulus terrestris L., weitere Entwicklung, an *fl* 3 Kelchblätter angelegt.

Fig. 14. Anchusa officinalis L., Anlage eines Doppelborragoids, Inversstellung der Mittelblüthe, in der Achsel der Vorblätter Beginn der Furchung für die Entwicklung der Seitenborragoide.

Fig. 15. Symphytum asperrimum Sims, Bildung des Borragoids durch Furchung, Anlage der 2 ersten Kelchblätter an der ältesten Blüthe.

Fig. 16. Dieselbe, junges Borragoid, Anlage des dritten dorsalen Kelchblattes.

Fig. 17. Dieselbe, weiter entwickeltes Doppelborragoid, Verzögerung der Erscheinung eines Kelchblattes wegen zu enger Verbindung mit den jüngeren Primordien.

Fig. 18. Atropa Belladonna L., Entstehung des Borragoids und beginnende Emporhebung von β an *fl*.

Fig. 19. Datura Stramonium L., Anlage der Achselprodukte aus dem Seitensprosse von vorn gesehen.

Fig. 20. Dieselbe, das vorige Bild von oben.

Fig. 21. Dieselbe, Dehnung des Blüthenbodens als Vorbereitung zur Anlage des Fruchtknotens in der Ebene durch das Staubgefäss vor s'.

Fig. 22. Lycopersicum esculentum Mill. Hexamere Form der Blüthe mit Anlage des Borragoids.

Fig. 23. Dieselbe, polymere Form, durch Verschmelzung zweier Blüthenanlagen, *v* Vegetationskegel des Borragoids.

Fig. 24. Dieselbe, polymere Form, Kelchbildung.

Fig. 25. Dieselbe, Contaktbild bei der Anlage des Fruchtknotens, *st* Staubgefässe, *Cp* Fruchtblätter.

Fig. 26. Ranunculus arvensis L., Anlage des Seitenstrahles mit Schiefstellung des Primords.

Fig. 27. Dieselbe, Anlage des Seitenstrahles *Sa* von oben gesehen in der Achsel von α.

Fig. 28. Polygonum fagopyrum L., erste Anlage der Blüthe *fl*, *v* Vegetationskegel der zweiten Blüthe, β Tragblatt derselben.

Fig. 29. P. bistorta L., weitere Entwickelung der Blüthe, s^1 und s^2 die beiden ersten Perigonblätter, von vorn gesehen.

Fig. 30. P. tinctorium L., weitere Entwicklung der Blüthe, s^3 drittes Perigonblatt, *st* oberstes Staubgefäss, *st'* seitliche Staubgefässe, von hinten gesehen.

Fig. 31. P. bistorta L., weitere Entwicklung der Blüthe, s^1, s^2, *st*, *st'*, β wie oben, s^4 viertes Perigonblatt, davor der Wulst, welcher die Staubgefässe 6 und 7 liefert, *v* Anlage der nächsten Blüthe.

Tafel VIII.

Fig. 1. P. bistorta L., nach s^4 sind die 2 davor befindlichen Staubgefässe 6 und 7 entstanden, dann s^5 und das sehr hoch inserirte 8te Staubgefäss.

Fig. 2. Dieselbe, Contaktbild für die Anlage des Fruchtknotens *Fr*.

Fig. 3. Statice Suwarowii Regel, Inflorescenzspitze, *pr* Blüthenprimordium mit Begleitblatt.

Fig. 4. Dieselbe, junge Blüthe *pr* mit den zwei ersten seitlichen Ausgliederungen, vorn Begleitblatt.

Fig. 5. Dieselbe, nach den drei ersten Kelchblättern s^l und s^h entstehen die

zwei vorderen letzten s^a im Contakte mit v, dem Primordium der nächsten Blüthe.

Fig. 6. Dieselbe, weiter entwickelte Blüthe, um die Hebung des Vegetationskegels zu zeigen, *Ti* Begleitblatt, *v* nächste Blüthe.

Fig. 7. Dieselbe, Entstehung der Blumenblätter *p* unterhalb der Staubgefässe *st*.

Fig. 8. Tropaeolum majus L., junge Blüthe *pr* in der Achsel des Tragblattes.

Fig. 9. Dieselbe, Anlage der ersten Staubgefässe vor s^4 und s^5, den beiden letzten Kelchblättern.

Fig. 10. Dieselbe, Auftreten des dritten Staubgefässes vor s^3.

Fig. 11. Dieselbe, Entwicklung des Androeceums, in den letzten drei Figuren sind s^1—s^5 die der Entstehung nach bezifferten Kelchblätter.

Fig. 12. Lobelia erinus L., Inflorescenzgipfel mit 3 Blüthen *fl*—fl^2, *v* der Vegetationskegel, Contaktbild für die Anlage des nächsten Tragblattes.

Fig. 13. Lobelia inflata L., Anlage der ersten Ausgliederungen am Blüthenprimodium *fl*, *Dr* sogenannte Vorblätter, *pr* nächste Blüthe in der Achsel von *f*.

Fig. 14. Dieselbe, simultane Anlage der Kelchblätter.

Fig. 15. Dieselbe, jugendliche Inflorescenz, *Dr* Kugeldrüsen.

Fig. 16. Specularia speculum A. DC., Simultane Anlage des Kelches, *α*, *β* Vorblätter, *Dr* Kugeldrüsen.

Fig. 17. Primula Chinensis L., Inflorescenzgipfel, fl^1—fl^7 junge Blüthen in verschiedenen Entwicklungsstadien, fl^8 Primordium im Begriffe vom Vegetationskegel *v* sich abzugliedern, *x* die Stelle, an der fl^9 erscheinen wird.

Fig. 18. Dieselbe, Blüthenprimordium mit Vorbereitung zur Kelchanlage.

Fig. 19. Dieselbe, Kelchanlage.

Fig. 20. Anthriscus silvester Hoffm., sehr junge Döldchenanlage.

Fig. 21. Dieselbe, Döldchen mit 7 Blüthen.

Fig. 22. Dieselbe, Stück eines Döldchens mit 5 Blüthenanlagen; an der linken Blüthe *D* Blättchen des Hüllchens, *st* Staubgefässe, *p* Blumenblätter; rechts legt ein Primordium 2 Staubgefässe an.

Fig. 23. Dieselbe, Stück eines Döldchens; das mittlere Primordium *fl'* hat 3 Staubgefässe erzeugt, die 2 jüngsten zeigen die Einfügung in den vorhandenen Raum.

Fig. 24. Dieselbe, zwei Blüthen mit beginnender Dehnung des Blüthenbodens als Vorbereitung für die Anlage der Fruchtblätter.

Fig. 25. Carum carvi L., die verschieden orientierten Dehnungsrichtungen in einem Döldchen nachweisend.

Fig. 26. Dieselbe, Blüthenknospe gedehnt in der Mediane der Fruchtblätter, *stg* Narben.

Fig. 27. Eryngium planum L., Inflorescenzspitze mit einer jungen Blüthenanlage und Contaktbild derselben, *o* und *o'* Oberblätter der Blüthe, *l* Seitenläppchen des Blattes.

Fig. 28. Taraxacum officinale Web., Knospe eines Köpfchens von hinten, f^1—f^4 die ersten Hüllblätter, f^4 median hinten gelegen.

Fig. 29. Dieselbe, Scheitel einer Inflorescenz mit jungen Blüthenprimordien, *Sp* von Anlagen freier Spalt, rechts Vorbereitung zur weiteren Entwicklung der Blüthen.

Fig. 30. Dieselbe, Anlage der Staubgefässe (simultan).

Fig. 31. Dieselbe, bei *fl* abnorme frühere Entstehung von 3 Staubgefässen in einer Blüthe am Rande des Spaltes.

Fig. 32. Azalea Pontica L., Inflorescenzspitze mit jüngster Blüthenanlage.

Tafel IX.

Fig. 1. Azalea Pontica L., die ersten Ausgliederungen am Blüthenprimordium.
Fig. 2. Dieselbe, Blüthenprimordium mit 2 Vorblättern.
Fig. 3. Dieselbe, junge Blüthe nach Anlage der Blumenblätter.
Fig. 4. Verbascum thapsiforme Schrad., Blüthenprimordium mit Anlage der beiden Vorblätter α und β.
Fig. 5. Dieselbe, Entstehung der beiden vorderen Kelchblätter *s*.
Fig. 6. Dieselbe, Blüthe nach Entstehung des Kelches von hinten.
Fig. 7. Dieselbe, die vorige von vorn.
Fig. 8. Verbascum blattaria L., Inflorescenzspitze mit jüngster Blüthenanlage.
Fig. 9. Dieselbe, Contakt bei Ausgliederung der ersten Blätter an der Spitze des Primordiums.
Fig. 10. Verbascum lychnitis L., junge Blüthenanlage am Grunde einer älteren Blüthe mit Ausgliederung der ersten Blätter (Vorblätter α und β).
Fig. 11. Linaria bipartita W., junge Blüthenanlage nach Ausgliederung der ersten Kelchblätter.
Fig. 12. L. Maroccana Loss, junge Blüthe nach Anlage des Kelches.
Fig. 13. Dieselbe, Entstehung der oberen Staubgefässe, des Staminods *std* und des unteren Blumenblattes *p*.
Fig. 14. Calceolaria chelidonioides HBK., Blüthe bei der Entstehung der Staubgefässe.
Fig. 15. Dieselbe, Blüthe nach Abtragung des einen Staubgefässes, um die Lage des Fruchtknotens unter den Staubgefässen zu zeigen.
Fig. 16. Melampyrum nemorosum L., Inflorescenzspitze, D—D^2 auf einander folgende Blätter, der Contakt des letzten an der oberen Kante der Blüthe *fl* verhindert das Auftreten des hinteren Kelchzipfels.
Fig. 17/18. Schizanthus pinnatifidus L., Blüthenentwicklung, s' erstes Kelchblatt.
Fig. 19. Martynia proboscidea Glox., Ausgliederung der Vorblätter α und β.
Fig. 20. Dieselbe, Auftreten der zwei ersten Kelchblätter *s* und *s*.
Fig. 21. Dieselbe, Blüthe nach Entstehung des Kelches.
Fig. 22. Salvia glutinosa L., jüngste Blüthenanlage mit Entwicklung der ersten Blätter, der Vorblätter.
Fig. 23. Dieselbe, junge Anlage weiter entwickelt, den Contakt zwischen ihr, der vorhergehenden Blüthe und dem Oberblatte *f* zeigend.
Fig. 24. Dieselbe, weiter entwickelt mit Ausgliederung der oberen Kelchhälfte.
Fig. 25. Dieselbe, Blüthenanlage nach Entwicklung des Kelches.
Fig. 26. Dieselbe, Anlage des ersten Staubgefässpaares und des vorderen Blumenblattes *p*.
Fig. 27. Teucrium chamaedrys L., jüngste Blüthenanlage am Grunde der vorhergehenden.
Fig. 28. Dieselbe, Beginn der Kelchbildung.
Fig. 29. Dieselbe, Blüthe nach Anlage der zwei Staubgefässpaare und der Blumenblätter.

Tafel X.

Fig. 1. Teucrium chamaedrys L., Lage der Blüthen zu einander.
Fig. 2. Geissapsis cristata W. et A., Inflorescenz.
Fig. 2a. Dieselbe, Lage des Früchtchens.

Fig. 3. Lathyrus nissolia L., Sprossspitze v mit 2 Blüthenanlagen.

Fig. 4. Dieselbe, Blüthenanlage mit Vorbereitung zur Kelchbildung.

Fig. 5. Lathyrus aphaca L., Sprossspitze der einblüthigen Form, f—f^3 Deckblätter, stp^1—stp^2 Nebenblätter, fl—fl^3 Blüthen, v Vegetationskegel.

Fig. 6. Dieselbe, 2-blüthige Form, fl^1a und fl^1b durch Furchung von einander getrennte Blüthenprimordien einer Traube.

Fig. 7. Lathyrus Tingitanus L., Sprossspitze, f^1 und f^2 zwei Deckblätter, v Vegetationskegel, fl^1a und fl^1b Doppelprimord durch Furchung entstanden, Anlage der 2blüthigen Traube.

Fig. 8. Lathyrus latifolius L., Sprossspitze mit zwei Inflorescenzanlagen *if* und *if'*, *gr. St.* grosse, *kl. St.* kleine Nebenblätter.

Fig. 9. Dieselbe, junge Inflorescenz von der folgenden gewaltsam weggebogen, um die Rückseite zu zeigen.

Fig. 10. Trifolium aureum L., Sprossspitze, die Abrückung der Inflorescenzen *ifl* und ifl^1 vom Vegetationskegel zeigend.

Fig. 11. Impatiens Sultani Hook. fil., jüngste Blüthenanlage.

Fig. 12. Dieselbe, erste Vorbereitung zur Kelchbildung, f Deckblatt der Blüthe, f^1 Deckblatt der zweiten Blüthe, v Vegetationskegel der Inflorescenz.

Fig. 13. Dieselbe, Auftreten der zwei oberen Kelchblätter.

Fig. 14. Dieselbe, weitere Entwicklung derselben, s^3 hinteres Kelchblatt.

Fig. 15. Dieselbe, junge Blüthe von hinten, s^3 drittes Kelchblatt.

Fig. 16. Dieselbe, junge Blüthe von vorn, s^4 vorderes viertes Kelchblatt, zugleich erstes Blumenblatt.

Fig. 17. Dieselbe, Blüthe nach Anlage der 4 anderen Blumenblätter in den Lücken zwischen den 4 ersten Blättern.

Fig. 18. Dieselbe, Blüthenknospe mit Staubgefässen.

Fig. 19. Cassia schinifolia DC., Contaktbild einer jungen Inflorescenz, bei *fl* Anlage der zwei ersten Kelchblätter.

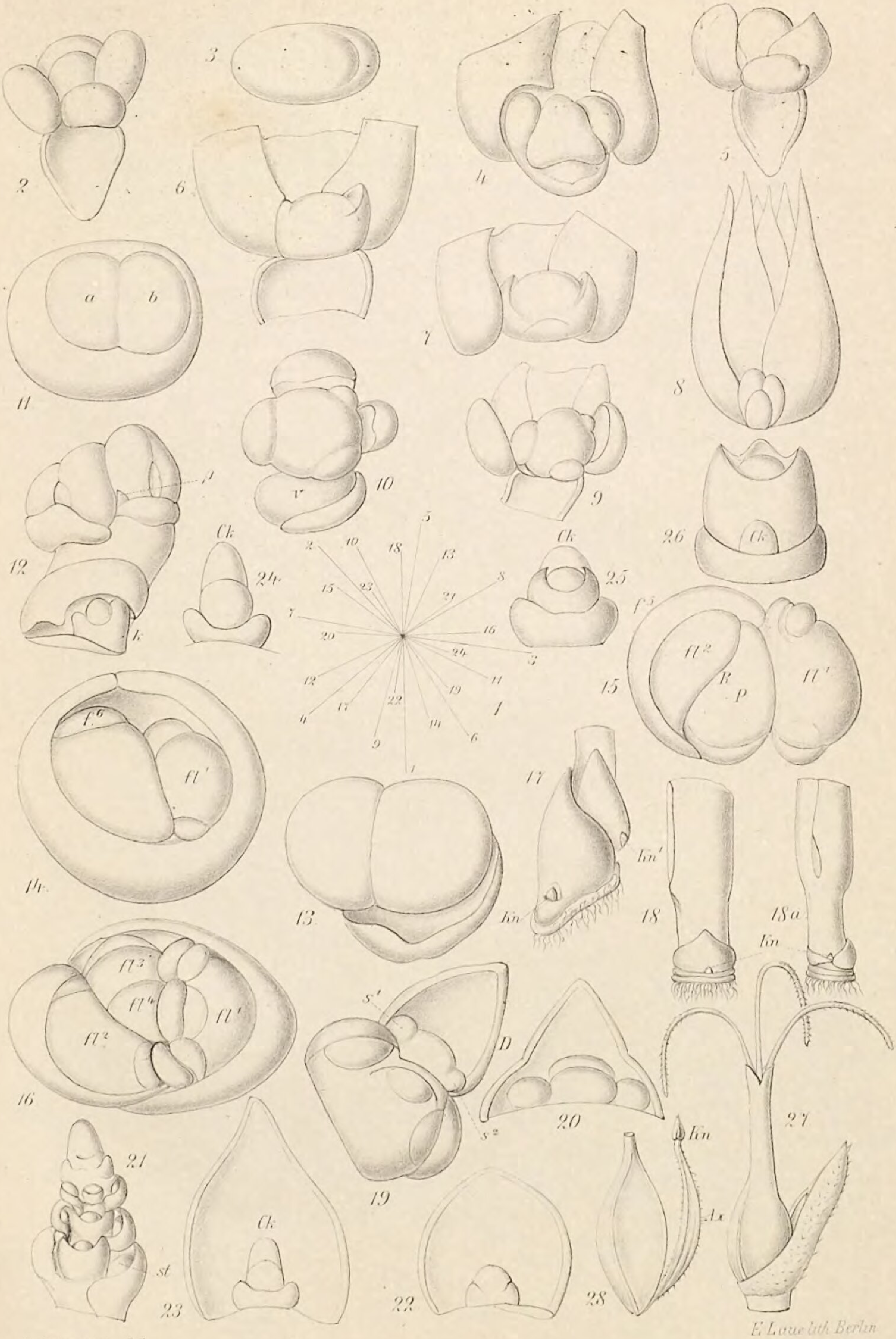
Fig. 20. Dieselbe, Contaktbild für die Anlage des jüngsten Blattes, bei fl^2 Beginn der Kelchbildung.

Fig. 21. Pentstemon digitalis Nutt., *fls* Oberblüthe, *fli* Unterblüthe, α und β Vorblätter der ersteren, ihre Achselprodukte sind Contaktkörper bei der Kelchanlage von *fli*, *sh* oberes und erstes Kelchblatt, *sv* vordere Kelchblätter.

Fig. 22. Dieselbe, Bezeichnung wie oben, *fli* ist Contaktkörper bei der Anlage des Kelches von *fls*, *sm* mittlere Kelchblätter der letzteren.

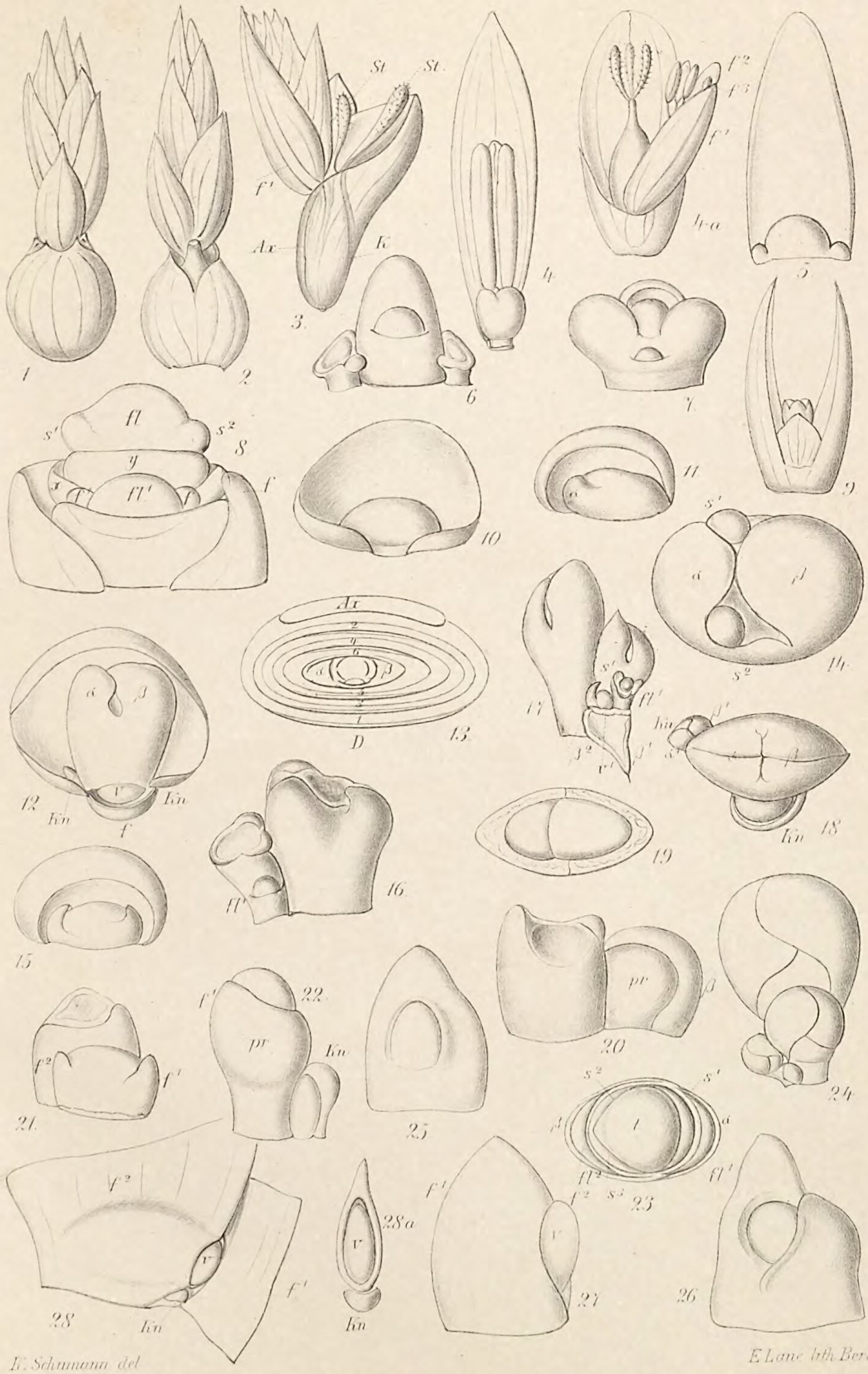
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Taf. I.



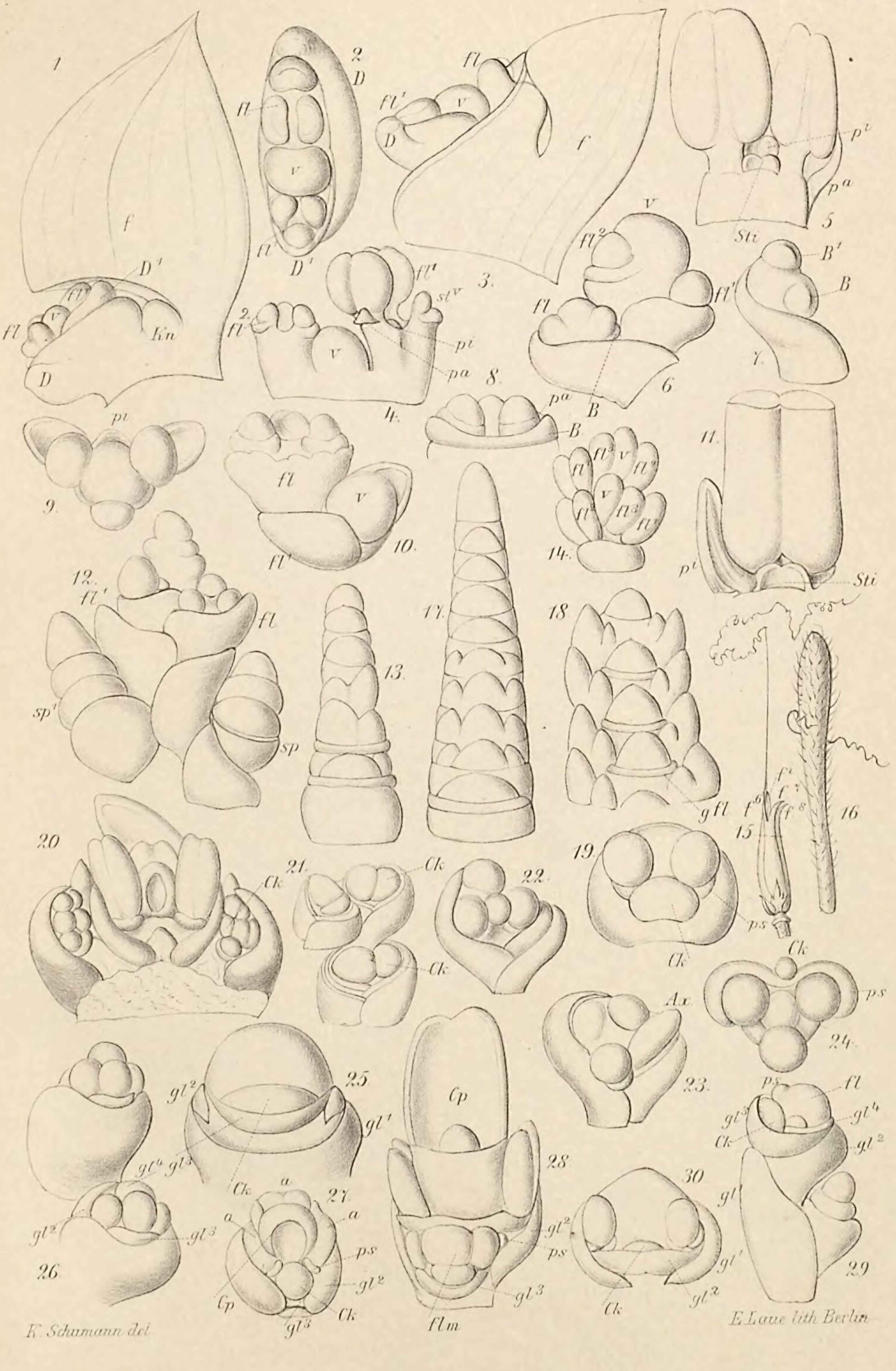
K. Schumann del.

E. Laue lith. Berlin



K. Schumann del.

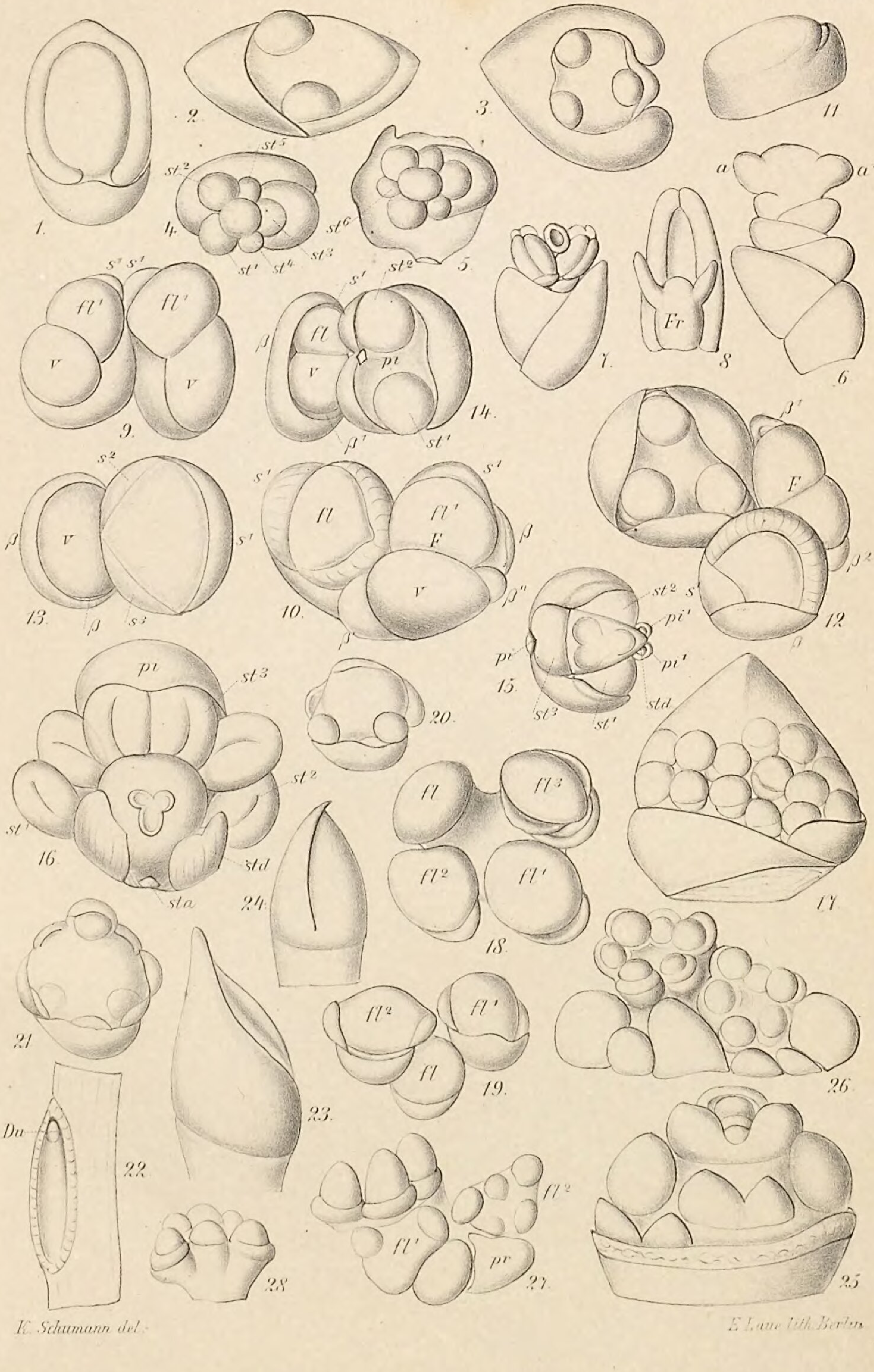
E. Laue lith. Berlin.



K. Schumann del.

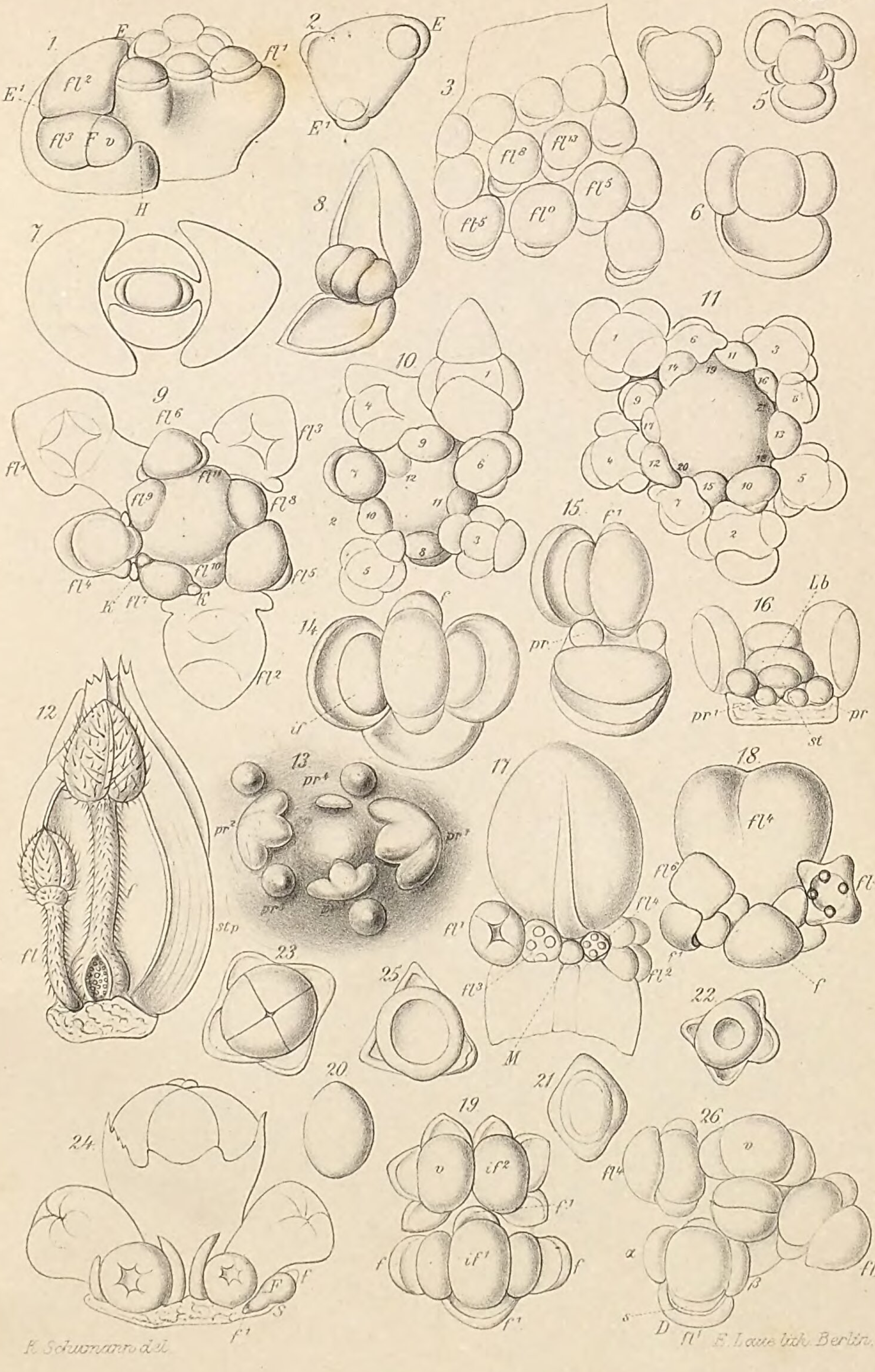
E. Laue lith Berlin

Taf. IV.



K. Schumann del. E. Laue lith. Berlin.

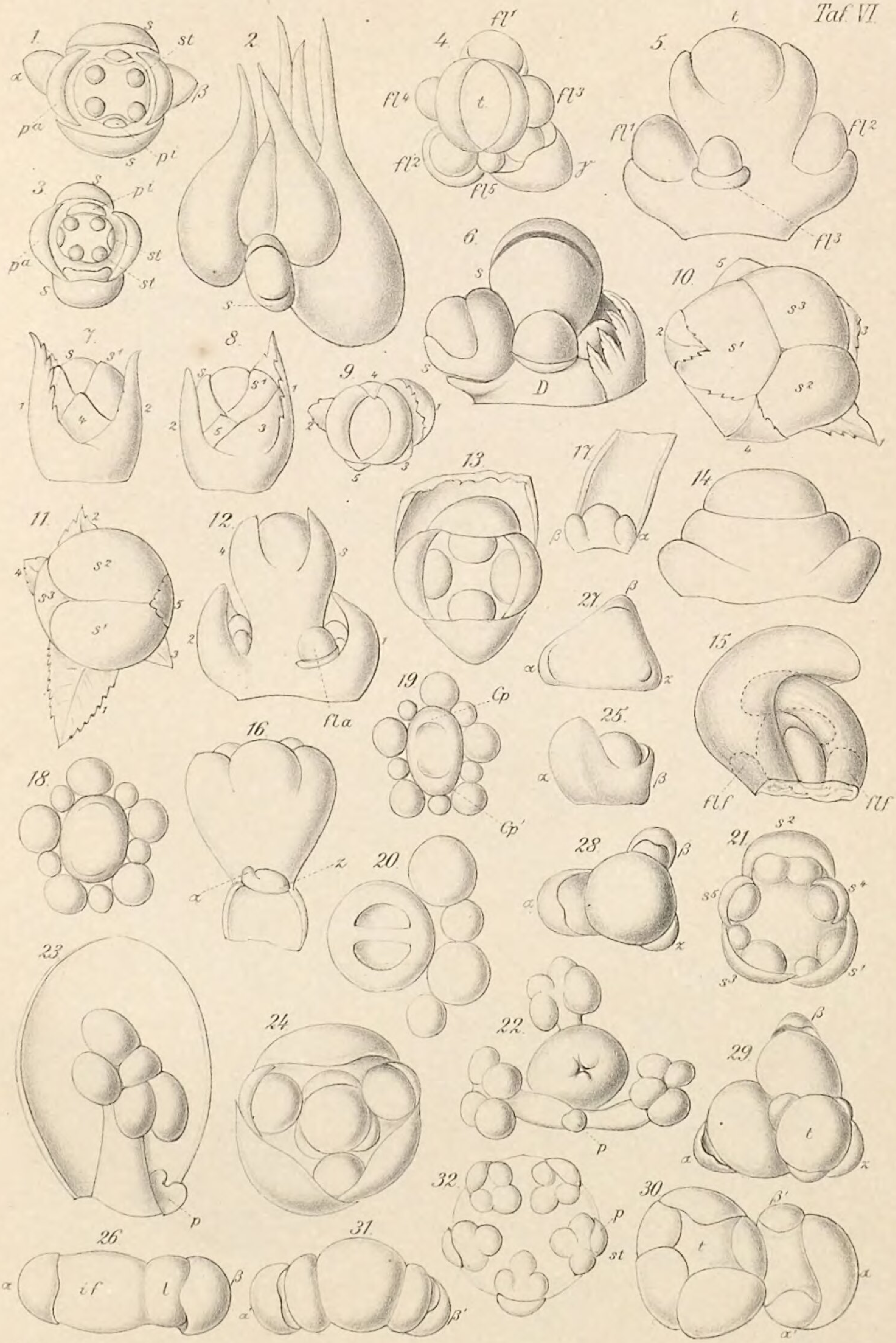
Taf. V.



K. Schumann del.

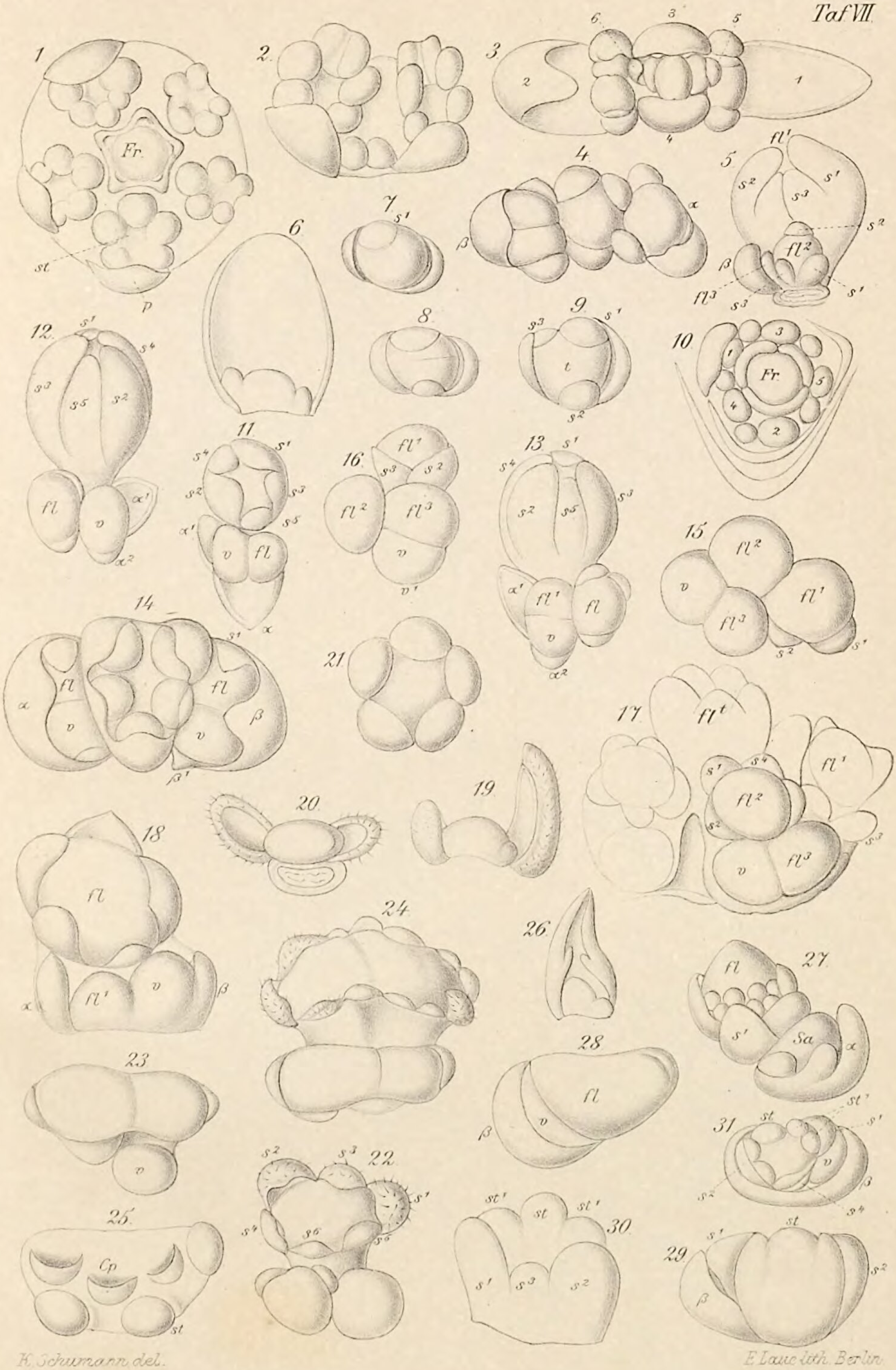
E. Laue lith. Berlin.

Taf. VI.



K. Schumann del. — E. Laue lith. Berlin.

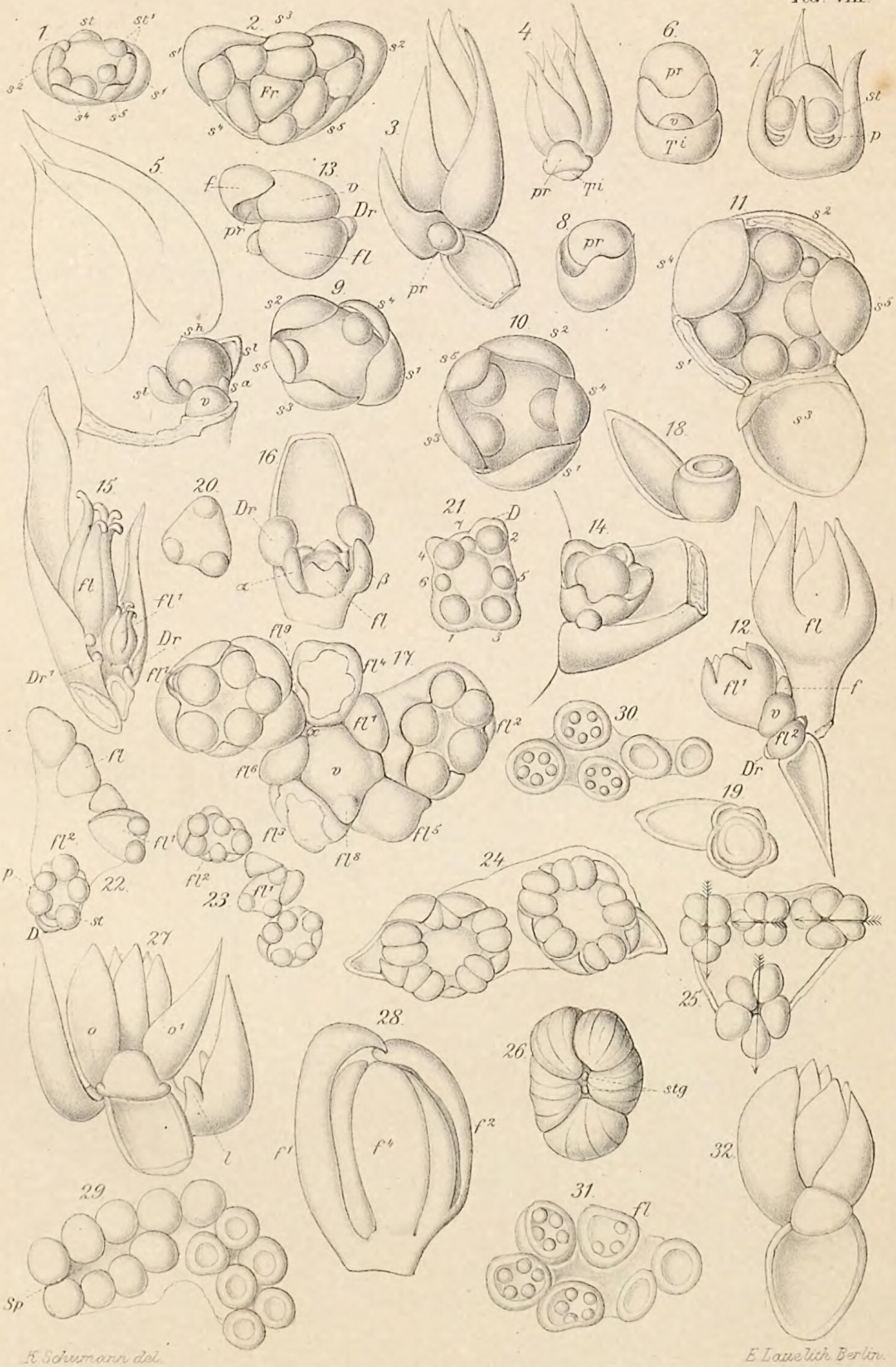
Taf. VII.



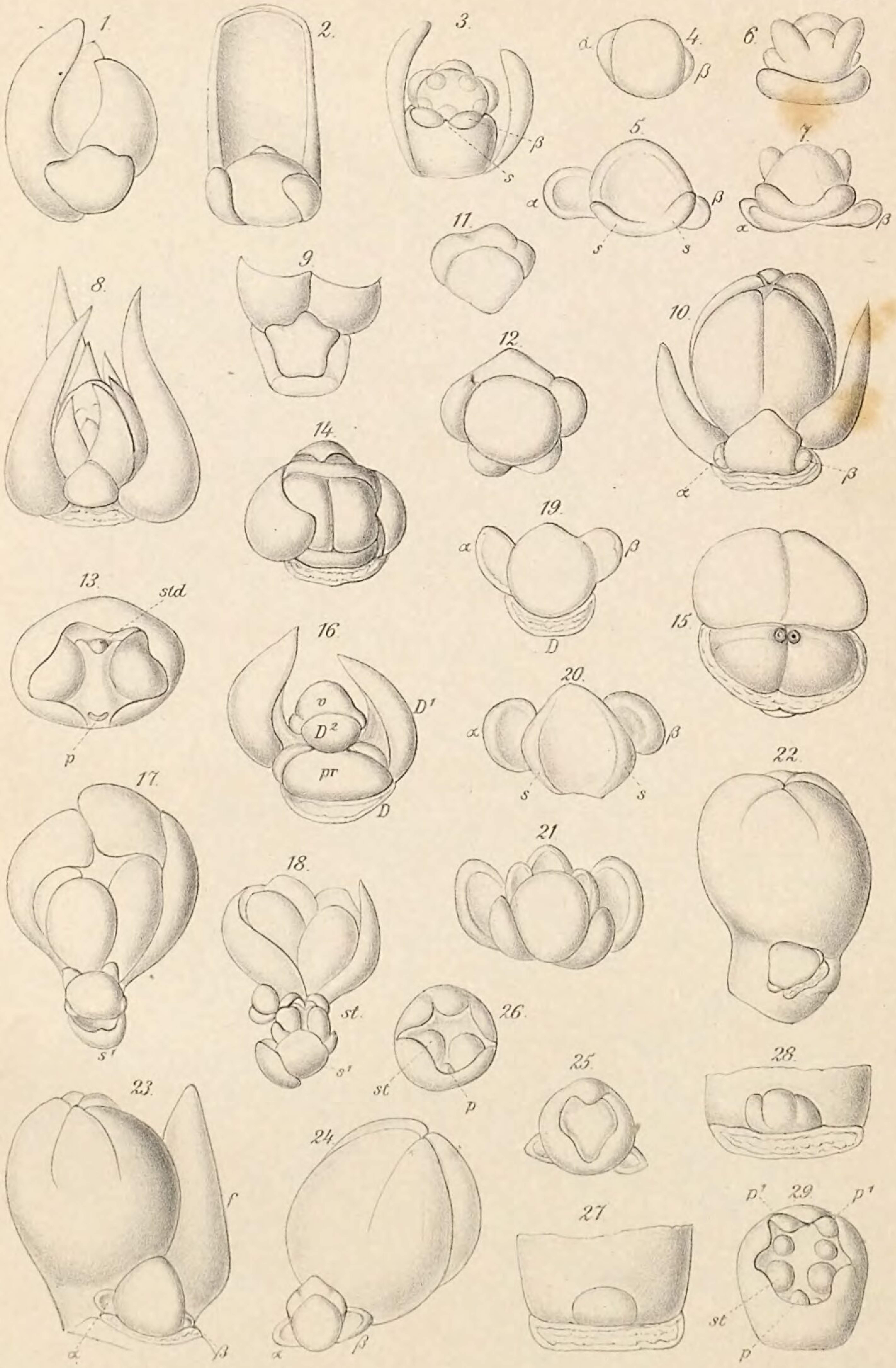
K. Schumann del.

E. Laue lith. Berlin.

Taf. VIII.



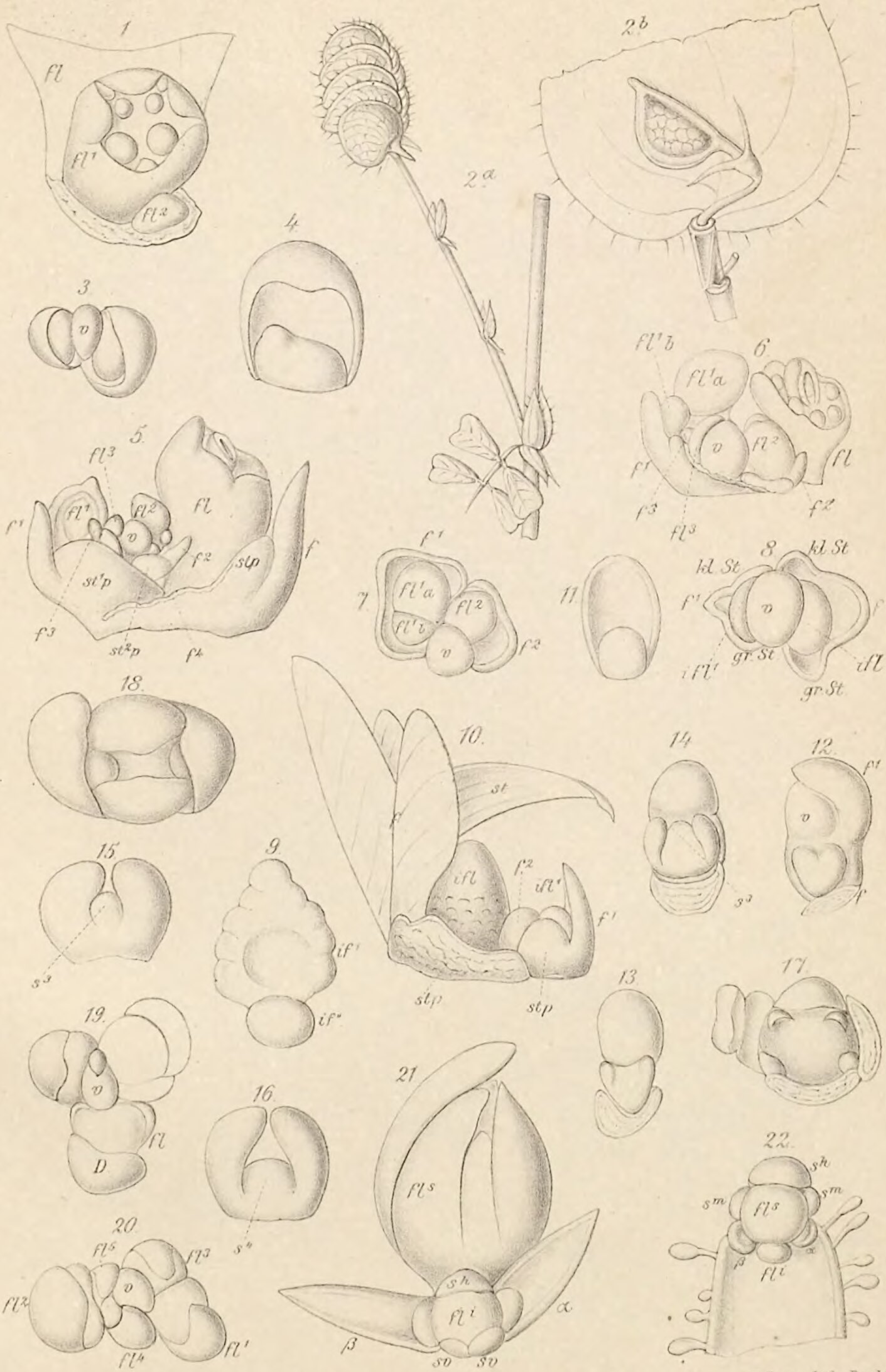
K. Schumann del. E. Laue lith. Berlin.



K. Schumann del.

E. Laue lith Berlin.

Taf. X.



K. Schumann del.

E. Laue lith. Berlin.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schumann, Karl,

Neue Untersuchungen über den Blüthenanschluss

Leipzig 1890

Phyt. 641 f
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11883195-1